

# OPĆI TEHNIČKI UVJETI ZA RADOVE U VODNOM GOSPODARSTVU

## 30. POGLAVLJE ELEKTORADOVI

NARUČITELJ: HRVATSKE VODE

IZRADILI: CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.  
INSTITUT IGH d.d., Zagreb  
GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U ZAGREBU

Voditelj projekta: prof. dr. sc. Anita Cerić, dipl. ing. građ.

Voditelj izrade: Nives Drusany Flegar, dipl. ing. el.

Suradnici: Franjo Mandić, mag. ing. el. techn. inf.  
Mario Šulc, dipl. ing. el.

Zagreb, lipanj 2022.



Projekt je sufinancirala Europska unija iz Europskog fonda za regionalni razvoj

**30. POGLAVLJE**  
**ELEKTORADOVI**

# SADRŽAJ

<b>30-00</b>	<b>OPĆE NAPOMENE.....</b>	<b>30-1</b>
30-00.1	DEFINICIJE.....	30-1
<b>30-01</b>	<b>RADNI UVJETI .....</b>	<b>30-6</b>
30-01.1	POGONSKI UVJETI .....	30-6
30-01.2	ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA .....	30-6
30-01.3	TIPOVI NISKONAPONSKIH MREŽA S OBZIROM NA UZEMLJENJE .....	30-8
30-01.4	MONTAŽA OPREME.....	30-11
30-01.5	DOSTUPNOST ZA RUKOVANJE, ODRŽAVANJE I SERVISIRANJE .....	30-11
30-01.6	OZNAČAVANJE (PREPOZNAVANJE).....	30-12
30-01.7	PREGLEDAVANJE I ISPITIVANJE ELEKTROINSTALACIJE.....	30-12
30-01.8	PROSTORI UGROŽENI EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM.....	30-13
<b>30-02</b>	<b>PROJEKTNJA DOKUMENTACIJA .....</b>	<b>30-18</b>
<b>30-03</b>	<b>ELEKTROENERGETSKI PRIKLJUČAK.....</b>	<b>30-19</b>
30-03.1	OPĆENITO .....	30-19
30-03.2	PRIKLJUČAK NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU .....	30-19
30-03.3	BATERIJSKO NAPAJANJE.....	30-22
30-03.4	AUTONOMNI SUSTAV ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE .....	30-22
<b>30-04</b>	<b>REZERVNO NAPAJANJE .....</b>	<b>30-23</b>
<b>30-05</b>	<b>ENERGETSKI TRANSFORMATORI.....</b>	<b>30-24</b>
<b>30-06</b>	<b>SREDNJENAPONSKO POSTROJENJE.....</b>	<b>30-29</b>
<b>30-07</b>	<b>VANJSKI UTJECAJI.....</b>	<b>30-33</b>
<b>30-08</b>	<b>RAZVODNI ORMARI .....</b>	<b>30-35</b>
<b>30-09</b>	<b>KABELSKI RAZVOD .....</b>	<b>30-37</b>
<b>30-10</b>	<b>RASVJETA I UTIČNICE.....</b>	<b>30-40</b>
<b>30-11</b>	<b>IZDVOJENI UPRAVLJAČKI UREĐAJI .....</b>	<b>30-42</b>
<b>30-12</b>	<b>SUSTAV ZAŠTITE OD DJELOVANJA MUNJE .....</b>	<b>30-43</b>
<b>30-13</b>	<b>IZJEDNAČAVANJE POTENCIJALA .....</b>	<b>30-46</b>
<b>30-14</b>	<b>TEHNIČKA ZAŠTITA.....</b>	<b>30-48</b>
<b>30-15</b>	<b>NORME I TEHNIČKI PROPISI.....</b>	<b>30-50</b>
30-15.1	PROPISI.....	30-50
30-15.2	POPIS NORMI.....	30-51

## 30. POGLAVLJE

### ELEKTORADOVI

#### 30-00 OPĆE NAPOMENE

U ovom 30. poglavlju OTU-a propisuju se minimalni zahtjevi kakvoće za materijale, proizvode i radove koji se koriste kod izvođenja elektroradova. OTU-i su pisani na način da su dio ugovora, a da se uvjeti koji se odnose na posebne radove uključe u ugovor kao Posebni tehnički uvjeti (PTU).

Materijali, proizvodi, oprema i radovi moraju biti u skladu s važećim zakonima, Hrvatskim normama (HRN), Tehničkim propisima i drugim zahtjevima navedenim u projektnoj dokumentaciji. Ako nije navedena niti jedna HRN obvezna je primjena odgovarajućih Europskih normi (EN). Ako se u međuvremenu neka norma ili propis stavi van snage, vrijedit će zamjenjujuća norma ili propis. Izvođač je dužan dokazati zadovoljavajuću kakvoću upotrijebljenih materijala, radova i proizvoda u skladu sa važećim zakonom, propisima i normama.

Izvođač može predložiti primjenu priznatih tehničkih pravila (normi) neke inozemne normizacijske ustanove (ISO, EN, DIN, itd.) uz uvjet pisanog obrazloženja i odobrenja nadzornog inženjera. Tu promjenu nadzorni inženjer odobrava uz suglasnost projektanta. Izvođač je dužan promjenu unijeti u projekt izvedenog stanja.

Radovi, materijali, proizvodi i oprema navode se i propisuju u elektrotehničkom projektu.

Sve mjerne jedinice trebaju biti u SI sustavu. Dozvoljena odstupanja su: za temperaturu Celzijev stupanj, za tlak bar i metar vodnog stupca.

#### 30-00.1 DEFINICIJE

Opći pojmovi i izrazi te njihovo značenje u ovim Općim tehničkim uvjetima navedeni su u poglavlju 0. Opće odredbe. Ovdje se definiraju samo neki izrazi koji nisu dani u poglavlju 0. Opće odredbe, a odnose se na ovo poglavlje.

**Aktivni dio** – vodič ili vodljivi dio namijenjen da bude pod naponom u normalnom radu (u pogonu), uključujući neutralni vodič, ali sporazumno ne PEN vodič ili PEM vodič ili PEL vodič.

**Automatski isklon opskrbe** – prekid jednog ili više linijskih vodiča izveden automatskom proradom zaštitne naprave u slučaju kvara.

**Beznaponsko stanje** je stanje kada je napon na nekom vodiču jednak nuli ili blizu nule što znači da je on bez napona ili električnog naboja.

**Diferencijalna (preostala) struja** – algebarski zbroj vrijednosti električnih struja u svim aktivnim vodičima, u isto vrijeme u danoj točki električnog kruga u električnoj instalaciji.

**Dodatna zaštita** – zaštitna mjera dodatno na osnovnu zaštitu i/ili zaštitu u slučaju kvara. Dodatna zaštita se općenito upotrebljava u slučaju posebnih vanjskih utjecaja ili prostora pomoću koje se pod određenim okolnostima, npr. neoprezna upotreba električne energije, kobna situacija može izbjeći ili ublažiti.

**Dodirni napon** kod instalacija niskog napona je onaj napon koji se pojavljuje zbog kvara u izolaciji između istodobno dohvatljivih dijelova.

**Dohvat rukom** je zona koja se prostire od bilo koje točke u prostoru gdje se obično nalaze i kreću osobe, do granica koje osobe mogu dohvatiti rukom u bilo kojem smjeru, bez pomoćnih sredstava.

**Dostupni vodljivi dio / masa** – vodljivi dio opreme koji se može dodirivati i koji normalno nije aktivni (pod naponom), ali koji može postati aktivni, ako zakaže izolacija.

**Električna instalacija** je skup međusobno povezanih proizvoda za električnu instalaciju ugrađenih u građevinu s usklađenim značajkama radi ispunjavanja određene namjene

**Električna oprema** je svaki proizvod koji se upotrebljava za proizvodnju, pretvorbu, prijenos, razdiobu (distribuciju) ili uporabu električne energije, kao što su: električni strojevi, transformatori, sklopni i kontrolni uređaji, mjerni uređaji (instrumenti), zaštitne naprave, sustavi razvođenja (kabeli, vodovi, sabirnice, električni pribor i dr.), električna trošila (aparati).

**Električni radovi** su radovi sa, na ili u blizini električnih postrojenja, poput provjeravanja i mjerenja, popravaka, održavanja, otklanjanja kvarova, premještanja, prilagođavanja, proširivanja, stavljanja pod napon, nadzor i drugo,

**Električni strujni krug** je skup električne opreme električne instalacije, koji je zaštićen od nadstruja istom zaštitnom napravom (istim zaštitnim napravama). Strujni krug sadrži aktivne vodiče, zaštitne vodiče ako postoje, zaštitnu napravu i pridružene sklopne i upravljačke uređaje te pribor.

**Električni udar** je patofiziološki učinak nastao zbog prolaza električne struje kroz čovječje ili životinjsko tijelo.

**Električni vodovi** su skup nadzemnih ili podzemnih vodiča, koji prenašaju, distribuiraju ili razvođe električnu energiju.

**Električno postrojenje** obuhvaća svu električnu opremu za proizvodnju, prijenos, pretvorbu, razdiobu i korištenje električne energije. Obuhvaća i izvore energije poput akumulatora, kondenzatora i svih drugih izvora akumulirane električne energije,

**Električno trošilo** je električna oprema namijenjena pretvorbi električne energije u drugi oblik energije, npr. svjetlo, toplinu, mehaničku energiju.

**Energetski transformator** – statični uređaj sa dva ili više namota koji putem elektromagnetske indukcije transformira sustav izmjeničnog napona i struje u drugi sustav napona i struje obično drugih vrijednosti i iste frekvencije u svrhu prijenosa električne energije.

**Ispitivanje** je radnja koja se obavlja radi provjere usklađenosti postrojenja ili opreme s mjerodavnim tehničkim specifikacijama, odnosno kojom se dokazuje njezina djelotvornost.

**Izjednačavanje potencijala** je galvanska povezanost kojom se razni dostupni vodljivi dijelovi i strani vodljivi dijelovi dovode na jednaki ili približno jednaki potencijal.

**Izravni dodir** je dodir osoba ili životinja s aktivnim dijelovima pod naponom.

**Kabelska polica** – kabelska potpora koja se sastoji od neprekinute osnove uzdignutih rubova, ali bez pokrivala. Kabelska polica može biti puna, izbušena (perforirana) ili rešetkasta.

**Kratki spoj** – slučajna ili namjerna vodljiva staza između dvaju ili više vodljivih dijelova koja uvjetuje da razlika električnog potencijala između tih vodljivih dijelova bude jednaka ničtici ili blizu ničtice.

**Linijski napon** – napon između linijskih vodiča

**Linijski vodič** – vodič u normalnom radu pod naponom i sposoban pridonijeti prijenosu i raspodjeli električne energije, ali koji nije neutralan ili srednji vodič

**(Lokalna) zemlja** – dio Zemlje koji je u električnom dodiru s uzemljivačem i čiji električni potencijal nije nužno jednak ničtici.

**Mali napon** je napon koji normalno ne prelazi 50 V izmjenične struje ili 120 V istosmjerne struje između vodiča ili između vodiča i zemlje.

**Mjesto isklopa** je mjesto gdje se obavlja isklapanje određenog dijela električnog postrojenja sa svrhom osiguravanja mjesta rada od napona.

**Mjesto rada** je radilište, mjesto ili prostor gdje će se ili gdje se, odnosno gdje su se izvodili radovi.

**Munja** – atmosfersko električno izbijanje između oblaka i zemlje koje se sastoji od jednog ili više pojedinačnih udara.

**Napon dodira** na uzemljenim sustavima je dio potencijala uzemljenja, za vrijeme ograničenog trajanja protoka struje zemljospoja, koji može premostiti čovjek uz pretpostavku da struja kroz ljudsko tijelo teče od ruke prema stopalu (vodoravni razmak od dostupnog dijela je 1 m).

**Napon kvara** – napon između dane točke kvara i referentne zemlje kao posljedica kvara izolacije

**Napon koraka** – dio potencijala uzemljenja uslijed zemljospoja koji može premostiti čovjek pri koraku od 1 m, uz pretpostavku da struja kroz ljudsko tijelo teče od jednog stopala prema drugom stopalu

**Nazivni napon** – vrijednost napona s kojom se električna instalacija ili dio električne instalacije projektira i označuje (prepoznaje)

**Neelektrični radovi** su radovi u blizini električnih postrojenja, poput gradnje, montaže, zemljanih radova, čišćenja, ličenja i drugog.

**Neizravni dodir** je dodir osoba ili životinja s dostupnim vodljivim dijelovima pod naponom, koji su postali aktivni dijelovi zbog kvara izolacije.

**Neutralni vodič** – vodič električno spojen na neutralnu točku i sposoban pridonijeti raspodjeli električne energije.

**Niski napon (NN)** su naponske razine do uključivo 1 kV.

**Očekivani dodirni napon** je najviši dodirni napon koji se može pojaviti u električnoj instalaciji u slučaju kvara sa zanemarivom impedancijom.

**Odvajanje od napona** je potpuno odvajanje opreme ili strujnih krugova od ostale opreme ili strujnih krugova koji su pod naponom iz bilo kojeg izvora električne energije.

**Osigurati mjesto rada** znači primijeniti određeni postupak i zaštitnu opremu sa ciljem sprječavanja ozljeda radnika na radu.

**Osnovna zaštita** – zaštita od električnog udara pod uvjetima kad nema kvara. Za niskonaponske instalacije, sustave i opremu osnovna zaštita općenito odgovara zaštiti od izravnog dodira.

**Ozljeda (električna)** je oštećenje zdravlja ili smrt osobe od električnog udara, električne opekline, električnog luka ili uslijed požara ili eksplozije izazvane električnom energijom.

**Početak električne instalacije** je točka predaje električne energije u električnu instalaciju

**Rad na električnom postrojenju** obuhvaća električarski i neelektričarski rad na električnom postrojenju pri kojemu postoji mogućnost oštećenja zdravlja.

**Rad pod naponom** je svaki rad kod kojeg radnik svjesno uspostavlja dodir s dijelovima pod naponom ili ulazi u zonu rada pod naponom s bilo kojim dijelom svoga tijela ili s alatom, napravama ili uređajima koje koristi.

**Rad u beznaponskom stanju** je svaki rad na električnom postrojenju koje nije pod naponom niti električnim nabojem, a koji se može izvesti poslije provedbe svih mjera zaštite za sprječavanje električne opasnosti.

**Rad u blizini dijelova pod naponom** je svaki rad kod kojeg radnik s dijelom svojega tijela, alatom ili bilo kojim drugim predmetom ulazi u zonu približavanja, ali bez prodiranja u zonu rada pod naponom.

**Referentna zemlja** – dio Zemlje koji se smatra vodljivim, čiji se električni potencijal dogovorno uzima kao ništica, a izvan je područja utjecaja bilo kakve instalacije uzemljenja. Pojam „Zemlja“ odnosi se na planet i svu njegovu fizikalnu materiju.

**Sabirница izjednačavanja potencijala** – sabirnica koja je dio mreže izjednačavanja potencijala i omogućuje električno spajanje većeg broja vodiča za svrhe izjednačavanja potencijala.

**Samogasivi element** – element koji se može zapaliti pod utjecajem vanjskog plamena, rezultirajući plamen se ne širi i gasi se u određenom vremenu nakon nestanka vanjskog plamena.

**Sklopni i upravljački uređaji / aparatura** – električna oprema namijenjena sklapanju u električni krug u svrhu izvršenja jedne ili više sljedećih funkcija: zaštite, upravljanja, odvajanja, sklapanja.

**Srednji napon (SN)** su naponske razine od 1 kV do uključivo 36 kV.

**Stezaljka izjednačavanja potencijala** – stezaljka predviđena na opremi ili na napravi namijenjena za električno spajanje sa mrežom izjednačavanja potencijala.

**Strani vodljivi dio** – vodljivi dio koji nije dio električne instalacije pogodan da uvodi električni potencijal, općenito električni potencijal vodljive zemlje.

**Stručna osoba** je stručno osposobljeni radnik elektro struke s odgovarajućom izobrazbom, vještinom i iskustvom koja mu omogućuje izbjegavanje električnih opasnosti, te osposobljen za rad na siguran način.

**Struja kratkog spoja** – električna struja u danom kratkom spoju.

**Struja kvara** – struja koja teče kroz danu točku kvara kao posljedica kvara izolacije

**Sustav kablskih polica ili kablskih ljestvi** – sklop za podupiranje kabela koji se sastoji od kablskih polica ili ljestvi, spojeva polica ili ljestvi, elemenata za promjenu smjera i promjenu širine, pregrada, završetaka, poklopaca, nosača, elemenata za montažu drugih uređaja.

**Sustav razvođenja (polaganje kabela/vodova)** – sklop sačinjen od jednog ili više izoliranih vodiča, kabela ili sabirnica i dijelova koji osiguravaju njihovo učvršćenje i po potrebi njihovu mehaničku zaštitu.

**Sustav zaštite od djelovanja munje na građevinama** – međusobno povezani unutarnji i vanjski sustav zaštite kojim se smanjuje vjerojatnost nastanka šteta na građevini zbog udara munja.

**Temeljni uzemljivač / uzemljivač u temelju** – vodljivi dio ukopan u tlo ispod temelja zgrade ili, po mogućnosti, ugrađen (zaliven) u beton temelja zgrade, općenito u obliku zatvorene petlje.

**Trajno podnosiva struja** – najveća vrijednost električne struje koja može trajno teći vodičem, napravom ili uređajem (aparatom), pod određenim uvjetima, a da njihova ustaljena temperatura ne prekorači određenu vrijednost.

**Uzemljenje /instalacija uzemljenja** – svi električni spojevi i naprave uključeni u uzemljenje sustava, instalacije i opreme.

**Uzemljiti** – električno spojiti danu točku u sustavu ili instalaciji, ili opremi i lokalnu zemlju (namjerno ili nenamjerno; trajno ili privremeno)

**Uzemljivač** – vodljivi dio, koji se može ugraditi u tlo ili u posebni vodljivi medij, npr. beton ili koks, u električnom dodiru sa zemljom

**Vanjski utjecaji** – prisutnost vode, ulja, građevnih materijala, korozivnih i zagađujućih supstanci, vanjske mehaničke sile kao snijeg, vjetar, i druge okolišne nepogode.

**Visoki napon (VN)** su naponske razine veće od 36 kV.

**Vodič** – vodljivi dio namijenjen vođenju određene električne struje.

**Vodljivi dio** – dio koji može voditi električnu struju.

**Zaštita od električnog udara** je skup mjera za smanjenje opasnosti od električnog udara.

**Zaštita u slučaju kvara** – zaštita od električnog udara pod uvjetima jednostrukog kvara. Za niskonaponske instalacije, sustave i opremu zaštita u slučaju kvara općenito odgovara zaštiti od neizravnog dodira, uglavnom glede kvara osnovne izolacije.

**Zaštitna sredstva** su uređaji, prenosive ili prijenosne naprave za zaštitu radnika koji rade sa, na ili u blizini električnog postrojenja. Štite od udara električne struje, djelovanja električnog luka, električnog polja, produkata gorenja, od pada s visine i drugih opasnosti.

**Zaštitni vodič** - vodič predviđen za zaštitno izjednačivanje potencijala.

**(Lokalna) zemlja** – dio Zemlje koji je u električnom dodiru s uzemljivačem i čiji električni potencijal nije nužno jednak ničtici.



## 30-01 RADNI UVJETI

Kompletna elektroinstalacija (sustav razvođenja i svi uređaji i oprema) mora zadovoljavati sve stalne i povremene radne uvjete na mjestu ugradnje.

Zahtjevi i značajke dijelova električne instalacije moraju biti usklađeni s tehnološkim i drugim funkcionalnim zahtjevima te s drugim značajkama građevine.

### 30-01.1 POGONSKI UVJETI

Elektroinstalacija mora biti pogodna za nazivni napon, frekvenciju (ako frekvencija ima utjecaj na opremu), projektiranu (pogonsku) struju u normalnom radu, struju kvara koja može teći kroz vrijeme definirano značajkama zaštitne opreme, snagu u normalnim radnim uvjetima vodeći računa o faktoru istovremenosti, udarni napon najmanje jednak očekivanom prenaponu na mjestu instaliranja.

Sva se oprema i instalacija mora odabrati i ugraditi tako da neće prouzročiti štetne učinke na drugu opremu niti instalaciju, kako električnu tako i neelektričnu, niti štetno utjecati na opskrbu tijekom normalnog rada, uključujući sklopne radnje.

Pri izvedbi elektroinstalacije ugrađivati samo novu, nekorištenu i potpuno ispravnu i neoštećenu opremu, komponente i materijale.

Kad se oprema koja radi s različitim vrstama struja ili različitim naponima grupira u zajednički sklop (kao razdjelnici, upravljačke ploče, i dr.), sva oprema koja pripada jednoj vrsti struje ili jednom naponu mora se učinkovito odvojiti od druge opreme, gdje god je potrebno izbjeci uzajamni štetni utjecaj.

Zaštitne naprave se moraju razmjestiti i označiti tako da se zaštićeni strujni krugovi mogu lako prepoznati. Svi sklopni i upravljački uređaji moraju biti jasno, jednoznačno i trajno označeni, da se izbjegne mogućnost zabune. Oznake na uređajima moraju odgovarati oznakama na shemama i ostaloj dokumentaciji. Za lakše praćenje i izbjegavanje potencijalno opasnih stanja, montirati odgovarajuće indikatore na lako uočljiva mjesta.

### 30-01.2 ZAŠTITA OD ELEKTRIČNOG UDARA

Električna struja, prolazeći kroz čovječe tijelo, može izazvati ozljede ili čak smrt. Jačina ozljeda ovisi o jačini struje i vremenu kroz koje će struja teći kroz ljudsko tijelo. Fiziološki efekt prolaska struje kroz ljudsko tijelo naziva se strujni ili električni udar.

Osnovno pravilo zaštite od strujnog udara je: opasni aktivni dijelovi (dijelovi pod naponom) ne smiju biti dostupni, a dostupni dijelovi ne smiju biti aktivni opasni dijelovi – pri normalnom radu niti u uvjetima jednog kvara. Za visokonaponske instalacije, sisteme i opremu, ulazak u opasnu zonu se smatra jednakim kao dodirivanje opasnih vodljivih dijelova.

Za sigurnu upotrebu električne instalacije i uređaja potrebno je ispravno izvesti zaštitu od izravnog i neizravnog dodira.

Osnovna zaštita spriječiti će dodir dijelova pod naponom u normalnim uvjetima, npr:

- zaštita izoliranjem (aktivni dijelovi se moraju potpuno pokriti izolacijom koja se može skinuti samo razaranjem)
- zaštitne pregrade ili kućišta
- ograničavanje napona
- ograničavanje ustaljene dodirne struje i energije

Zaštita u slučaju kvara izvodi se kao dodatak osnovnoj zaštiti, npr:

- dodatna izolacija
- zaštitno izjednačavanje potencijala (opisano u potpoglavlju 30-13 „Izjednačavanje potencijala“)

- zaštitno zaslanjanje - vodljivi element (zaslon) između opasnog vodljivog dijela i dijela koji se štiti, povezan na izjednačivanje potencijala
- automatski isklon opskrbe - zaštitna naprava mora automatski prekinuti opskrbu prema linijskom vodiču strujnoga kruga ili opremi u slučaju kvara zanemarive impedancije između linijskog vodiča i dostupnih vodljivih dijelova ili zaštitnog vodiča u strujnom krugu ili opremi unutar zadanih isklonih vremena (isklopna vremena prema tablici 30-01.2-1)

Moguće je i izvođenje pojačane zaštite koja služi i kao osnovna zaštita i kao zaštita u slučaju kvara, npr:

- pojačana izolacija
- zaštitno odvajanje strujnih krugova
- izvor sa ograničenom strujom

Sustav	50V<U <sub>0</sub> ≤120 V		120V<U <sub>0</sub> ≤230 V		230V<U <sub>0</sub> ≤400 V		U <sub>0</sub> >400	
	s		s		s		s	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8	a	0,4	1	0,2	0,4	0,1	0,1
TT	0,3	a	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
Kad se u TT sustavima isklon postiže nadstrujnom zaštitnom napravom, a svi strani vodljivi dijelovi u instalaciji su spojeni na zaštitno izjednačivanje potencijala, smiju se koristiti najveća isklonna vremena za TN sustave.								
U <sub>0</sub> – nazivni linijski napon a.c. – izmjenična struja d.c. – istosmjerna struja a - isklon se može zahtijevati iz drugih razloga osim zaštite od električnog udara.								

Tablica 30-01.2-1: Najveća isklonna vremena – prema HRN HD 60364-4-41 (za strujne krugove nazivne struje do 63 A, sa jednom ili više utičnica, i do 32A, za opremu sa fiksnim priključkom)

U TN sustavima isklonno vrijeme koje ne prelazi 5s dopušta se za razdiobne (distribucijske) strujne krugove i za strujne krugove koji nisu obuhvaćeni tablicom 30-01.2-1.

U TT sustavima isklonno vrijeme koje ne prelazi 1s dopušta se za razdiobne strujne krugove i za strujne krugove koji nisu obuhvaćeni u 30-01.2-1.

Ako nije izvedivo da nadstrujni zaštitni uređaj prekine napajanje, ili upotreba zaštitnog uređaja diferencijalne struje nije prihvatljiva, zaštitu treba izvesti na druge načine u skladu s normom HRN HD 60364-4-41. U tim se slučajevima mora uzeti u obzir isklon potreban iz drugih razloga osim za električni udar.

Ako se automatski isklon ne može postići u traženom vremenu, ovisno o slučaju, mora se predvidjeti dodatno izjednačivanje potencijala.

U sustavima izmjenične struje mora se predvidjeti dodatna zaštita pomoću zaštitnog uređaja diferencijalne struje za:

- utičnice nazivne struje koja ne prelazi 32A koje koriste nestručne osobe, a namijenjene su općoj uporabi
- pomičnu opremu za vanjsku upotrebu (na otvorenom) nazivne struje koja ne prelazi 32A

Tehničke zaštitne mjere od direktnog i indirektnog dodira u uzajamnoj su vezi s tipovima razdjelnih mreža niskog napona. Tipovi razdjelnih mreža niskog napona određuju se brojem i tipom aktivnih vodiča te vrstom sustava uzemljenja. Sustavi uzemljenja opisani su u točki 30-01.3 „Tipovi niskonaponskih mreža s obzirom na uzemljenje“.

Sva ugrađena opremu treba imati valjanu izjavu o sukladnosti/izjavu o svojstvima, kojom se potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

Prije stavljanja el. postrojenja u pogon, ispituju se zaštite i dokazuje djelotvornost (sigurnost). Ispitivanja izvode ovlašteni ispitivači. Osnovna mjerenja u smislu zaštite od električnog udara su mjerenje otpora petlje, otpora uzemljenja, izolacijskog otpora, ispitivanje automatskog isklopa opskrbe/ provjera ispravnosti zaštitnih uređaja (zaštitni uređaj diferencijalne struje, prekidači, osigurači, itd.).

Svi nedostaci ili propusti otkriveni tijekom provjeravanja i ispitivanja moraju se ispraviti prije puštanja postrojenja u pogon.

### 30-01.3 TIPOVI NISKONAPONSKIH MREŽA S OBZIROM NA UZEMLJENJE

U niskonaponskim mrežama postoje tri tipa mreža s obzirom na sustav uzemljenja:

- TN sustav
- TT sustav
- IT sustav

Sustavi uzemljenja se označavaju s dva osnovna i jednim do dva dodatna slova.

Prvo slovo označava odnos između mreže i uzemljenja:

T – izravno spojena jedna točka mreže na zemlju (npr. neutralna točka transformatora)

I – svi aktivni dijelovi mreže izolirani su od zemlje ili u jednoj točki spojeni sa zemljom preko impedancije

Drugo slovo označava odnos između dohvatljivih vodljivih dijelova (kućišta trošila i sl.) i uzemljenja:

T – izravno električno spajanje dohvatljivih vodljivih dijelova (kućišta) na zemlju, neovisno o sustavu uzemljenja mreže

N – izravno električno spajanje vodljivih dijelova (kućišta) na uzemljenu točku sustava mreže (primjerice na uzemljenu neutralnu točku sustava)

Dodatno slovo koje se nalazi uz drugo slovo, označava raspored neutralnog i zaštitnog vodiča:

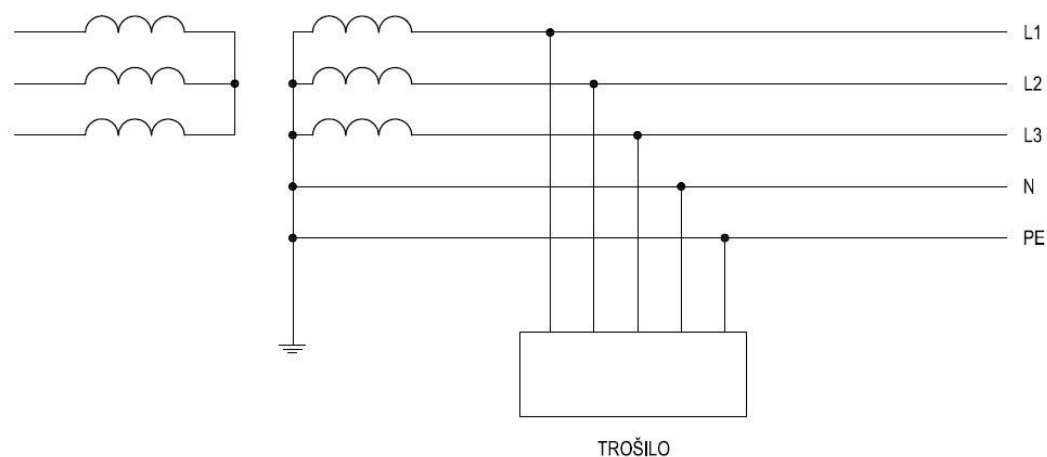
-S - neutralni (N) vodič i zaštitni vodič (PE) međusobno su odvojeni u cijeloj mreži

-C – neutralni (N) vodič i zaštitni vodič (PE) kombinirani su u jednom (PEN) vodiču

**TN sustav** ima jednu točku sustava (neutralnu točku) izravno spojenu sa zemljom, dok su dohvatljivi dijelovi (kućišta) spojeni preko zaštitnog vodiča na izravno uzemljenu neutralnu točku.

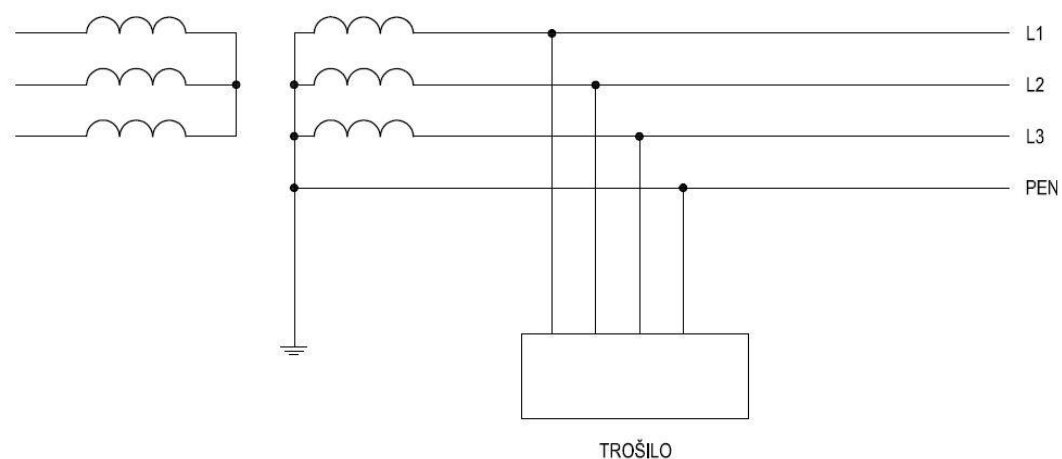
Obzirom na raspored i funkciju neutralnog i zaštitnog vodiča postoje tri podvrste TN sustava:

TN-S (Slika 30-01.3-1) – sustav kod kojeg je u cijeloj mreži od transformatora do potrošača zaštitni vodič (PE) odvojen od neutralnog vodiča (N). Spojeni su samo u jednoj točki i to na zvjezdištu transformatora.



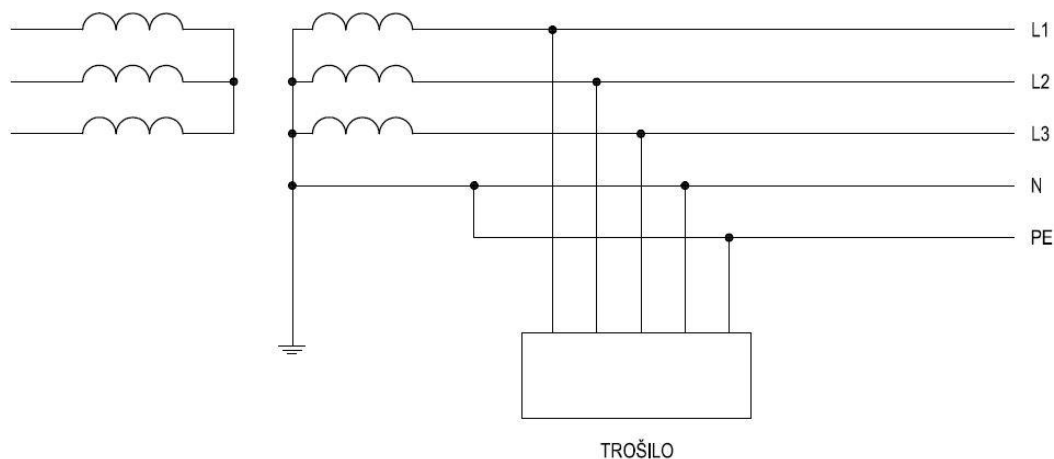
Slika 30-01.3-1- TN-S sustav

TN-C (Slika 30-01.3-2) – sustav kod kojeg su cijelom dužinom od transformatora do potrošača sjedinjeni PE i N vodiči u jedan PEN vodič koji ima funkciju oba.



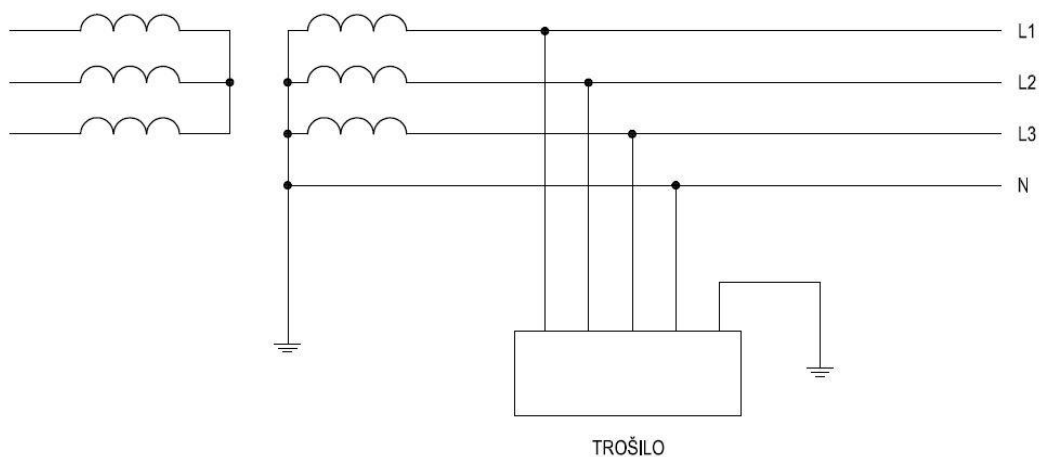
Slika 30-01.3-2- TN-C sustav

TN-C-S (Slika 30-01.3-3) – sustav koji jednim djelom koristi sjedinjeni PEN vodič te se u jednoj točki razdvaja u PE i N vodove. Ovaj sustav se često primjenjuje kod spajanja objekata na niskonaponsku mrežu. PEN vodič se koristi od transformatora do priključnog mjesta objekta gdje se dijeli na PE i N te se tako razvodi unutar objekta. Nakon razdvajanja PEN vodiča na PE i N više nije dopušteno raditi ponovno spajanje u PEN vodič.



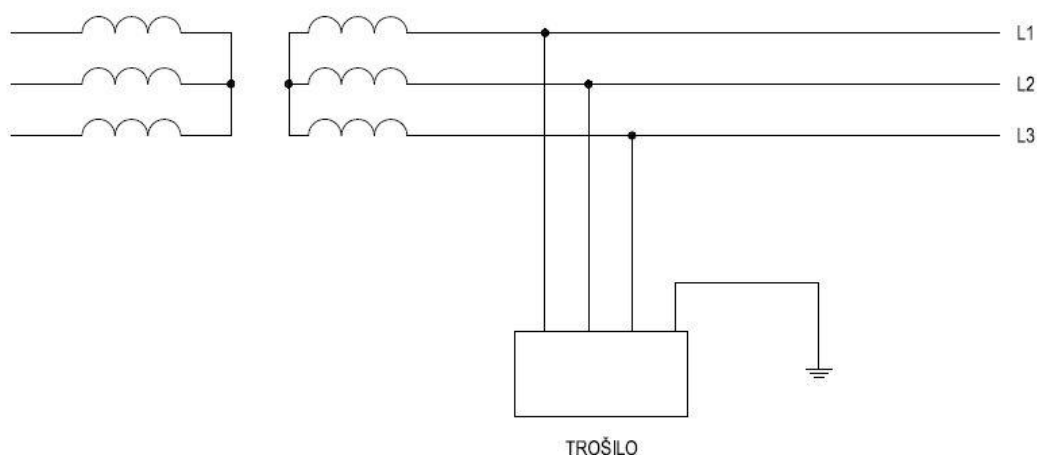
Slika 30-01.3-3- TN-C-S sustav

**TT sustav** (Slika 30-01.3-4) u kojem je zvjezdište transformatora spojeno preko jednog uzemljivača, a kućišta potrošača preko drugog uzemljivača koji je električki neovisan o uzemljenju transformatora. Ovaj sustav se primjenjuje npr. kod zračnih niskonaponskih mreža, gdje uzemljenje transformatorske stanice nije vezano na uzemljenje potrošača.



Slika 30-01.3-4- TT sustav

**IT sustav** (Slika 30-01.3-5) u kojem zvjezdište transformatora uopće nije uzemljeno i svi vodiči su izolirani od zemlje ili su u jednoj točki spojeni sa zemljom preko velike impedancije. Kućište potrošača je direktno uzemljeno. U ovakvim sustavima mreža se koristi kontrolnik izolacije koji zvučno i svjetlosno upozorava na pad impedancije.



Slika 30-01.3-5- IT sustav

### 30-01.4 MONTAŽA OPREME

Električna oprema treba biti dobro pričvršćena na površine na koje se montira.

Opremu koja se tijekom normalne upotrebe grije, montirati tako da nije blokirano strujanje zraka preko površina opreme (zidovima ili drugom opremom). Oprema sa otvorima za ventilaciju montira se tako da su ti otvori uvijek slobodni i na dovoljnom razmaku od zidova i ostale opreme. Pridržavati se razmaka propisanih uputama proizvođača.

Opremu koja se montira u vanjskim prostorima smjestiti na način da se onemogući pristup neovlaštenim osobama i vozilima – na primjer smještajem u odgovarajuće zaključane ormariće. Ukoliko se u blizini električne opreme nalaze cijevi drugih instalacija, električnu opremu zaštititi od slučajnog prskanja, curenja i kondenzacije iz tih cijevi.

Pri smještaju i montaži opreme obavezno se pridržavati propisa i normi zaštite od požara, dio kojih je i nesmetana evakuacija iz prostora sa elektroopremom te evakuacijski putevi uz koje se smješta elektrooprema. Minimalni evakuacijski put mora biti uvijek osiguran. U slučaju da se pored evakuacijskog puta montira razvodni ormar, vrata ormara se moraju zatvarati u smjeru evakuacijskog puta. Ako se vrata mogu fiksirati ili se oprema iz ormara može izvući zbog održavanja, evakuacijski put se mjeri od ruba vrata u najotvorenijoj poziciji.

Zatvorene prostorije sa elektroopremom trebaju imati prirodnu ili mehaničku ventilaciju – izbacivanje zraka u vanjski prostor, da se spriječi taloženje prašine na opremi.

Klimatizaciju prostora osigurati tamo gdje je potrebno zbog ugrađene opreme – raspon temperatura pri kojima oprema može normalno funkcionirati definirana je od strane proizvođača.

### 30-01.5 DOSTUPNOST ZA RUKOVANJE, ODRŽAVANJE I SERVISIRANJE

Sva oprema, uključujući ožičenje (vodove, kabele), mora se razmjestiti tako, da olakša njezin pogon, pregled i održavanje i dostupnost njezinih spojeva.

Osigurati pristup opremi koja se nalazi na platformama, galerijama, krovovima, potkrovljima i ostalim teško dostupnim mjestima.

Visina ugradnje opreme treba biti takva da se njome može sigurno i jednostavno rukovati.

Oko opreme treba biti osiguran dovoljno velik radni prostor za siguran pristup opremi. Ukoliko su za određenu opremu propisane minimalne dimenzije radnog prostora, potrebno ih se pridržavati. Prostor za pristup opremi ne smije se koristiti za odlaganje.

U svrhu održavanja (servisiranja) opreme na siguran način, u strujni krug za napajanje fiksno spojene opreme ugrađuju se uređaji za sigurno i vidljivo odvajanje (isključenje) predmetne

opreme, npr. servisnim sklopkama, koje mogu biti smještene u/na razvodnom ormaru ili lokalno u blizini opreme. Obavezno osigurati da se servisna sklopka ne može slučajno uključiti (npr. zaključavanjem sa izvlačenjem ključa).

### 30-01.6 OZNAČAVANJE (PREPOZNAVANJE)

Polaganje vodova/kabela mora se razmjestiti i označiti tako da se mogu prepoznati pri pregledu, ispitivanju, popravku ili promjeni instalacije.

Boje vodiča moraju odgovarati standardu, propisanom bojom i/ili oznakom.

Osnovno označavanje vodiča:

Oznaka vodiča	Boja vodiča	Naziv vodiča
Izmjenična struja		
L1, L2, L3	smeđa ili crna ili siva	linijski vodič
N	svijetloplava	neutralni vodič
PE (PEN, PEL, PEM)	zelenožuta	zaštitni vodič
Istosmjerna struja		
L+	crvena	pozitivni vodič
L-	bijela	negativni vodič

PEN vodič ukoliko je zeleno-žute boje na krajevima mora biti označen plavom trakom i obrnuto.

U svakom razvodnom ormaru postavlja se shema ormara (izvedeno stanje), sa ucrtanim svim uređajima u ormaru, i svim izvodima. Za svaki strujni krug označava se minimalno mjesto završetka voda (trošilo/mjesto priključka); broj, presjek i tip kabela/vodiča; duljina strujnog kruga; vrste i tip zaštitnih, upravljačkih i svih ostalih uređaja; nazivna struja i podešenje te prekidna moć zaštitnih uređaja.

Shemu razvodnog ormara treba korigirati (uskладiti sa stvarnim stanjem) nakon svake preinake instalacije.

U nacrtima i dokumentima treba označiti i položaj svake skrivene naprave.

Prostori i prolazi sa elektroopremom, kojima je zabranjen pristup neovlaštenim osobama, moraju biti odgovarajuće obilježeni, a neovlaštenim osobama treba biti zapriječen pristup.

### 30-01.7 PREGLEDAVANJE I ISPITIVANJE ELEKTROINSTALACIJE

Pregledavanje mora prethoditi ispitivanju i mora se obaviti prije stavljanja pod napon. Pregledavanje se mora izvesti kako bi se potvrdilo da električna oprema koja je dio trajno ugrađene instalacije:

- zadovoljava sigurnosne zahtjeve odnosnih normi za opremu (to se može ustanoviti pažljivim pregledom uputa proizvođača, označavanja ili certifikacije)
- je ispravno odabrana i ugrađena prema nizu normi HRN HD 60364 i HRN EN IEC 61439 i uputama proizvođača
- nije vidljivo oštećena tako da šteti sigurnosti.

Pregledavanje mora uključiti najmanje provjeru sljedećeg, ako je primjenjivo:

- metodu zaštite od električnog udara
- postojanje požarnih pregrada i drugih mjera opreza protiv širenja požara te za zaštitu od toplinskih učinaka
- odabir vodiča prema trajno podnosivim strujama i padu napona
- odabir i podešenost zaštitnih i nadzornih naprava
- postojanje i ispravni smještaj prikladnih naprava za odvajanje i sklapanje
- odabir opreme i zaštitnih mjera koje odgovaraju vanjskim utjecajima
- ispravno prepoznat (označen) neutralni i zaštitni vodič
- je li jednopolna sklopna naprava spojena u linijske vodiče
- postojanje shema, obavijesti upozorenja ili drugih sličnih podataka
- prepoznavanje (označavanje) strujnih krugova, nadstrujnih naprava, sklopki, stezaljki, itd.
- primjerenost spojeva vodiča

- postojanje i primjerenost zaštitnih vodiča uključujući vodiče zaštitnog izjednačivanja potencijala i dodatnog izjednačivanja potencijala
  - dostupnost opreme za udobnost pogona, prepoznavanja i održavanja
- Pregledavanje mora uključiti sve pojedinačne zahtjeve za posebne instalacije ili prostore.

Moraju se izvesti sljedeća ispitivanja, kad su primjenjiva i treba ih prvenstveno izvoditi sljedećim redoslijedom:

- neprekinutost vodiča
- izolacijski otpor električne instalacije
- zaštita sa SELV, PELV ili električnim odjeljivanjem
- otpor/impedancija poda i zida, ako je potrebno
- impedancija petlje kvara
- automatski isklon opskrbe
- dodatna zaštita
- ispitivanje polariteta
- ispitivanje slijeda faza
- funkcionalno i pogonsko ispitivanje
- pad napona.

U slučaju da neko ispitivanje pokaže negativan rezultat, tada se to ispitivanje i ostala ispitivanja na koja može imati utjecaja pokazana greška, mora ponoviti nakon što je greška ispravljena.

Nakon dovršenja provjeravanja nove instalacije ili dopune ili preinake postojeće instalacije, mora se pribaviti početni izvještaj. Ta dokumentacija mora sadržavati pojedinosti proširenja instalacije obuhvaćene izvještajem zajedno sa zapisima pregledavanja i ispitnim rezultatima.

### 30-01.8 PROSTORI UGROŽENI EKSPLOZIVNOM ATMOSFEROM

Za građevine ili postrojenja, kojima su prilikom projektiranja definirane zone opasnosti (prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom), nužno je pored općih elektrotehničkih propisa primijeniti zahtjeve posebnih propisa i normi za protueksplozijsku zaštitu električnih uređaja i instalacija.

Elektroinstalaciju treba maksimalno moguće smjestiti izvan zona opasnosti. Tamo gdje to nije moguće, elektroinstalaciju u ugroženom prostoru potrebno je izvesti na način da ne može izazvati eksploziju (zagrijavanjem preko dozvoljene granice, iskrenjem ili el. lukom), kako u normalnom pogonu tako i u slučaju kvara. To se postiže ne samo upotrebom odgovarajućih uređaja u ugroženom prostoru, već je cijeli strujni krug opreme u ugroženom prostoru potrebno projektirati i izvesti u skladu sa važećim pravilnicima i normama.

Osobitu pažnju obratiti pri izvođenju uzemljenja i izjednačavanja potencijala, te sustavu zaštite od munje, ako se izvodi, i za ove instalacije je potrebno primijeniti posebne zahtjeve za ugrožene prostore.

Ugroženi prostori dijele se u zone na osnovu učestalosti i trajanja pojave eksplozivne atmosfere:

- Zona 0 - prostor u kojem je eksplozivna atmosfera kao mješavina gorive tvari u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom, stalno ili duže vrijeme ili često prisutna
- Zona 1 - prostor u kojem se povremeno za vrijeme normalnog rada može stvoriti eksplozivna atmosfera, kao mješavina gorive tvari u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom
- Zona 2 - prostor u kojem se ne očekuje da će se eksplozivna atmosfera, kao mješavina gorive tvari u obliku plina, pare ili maglice sa zrakom, pojaviti, a ako se pojavi traje samo kratko
- Zona 20 - prostor u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine u zraku pojavljuje stalno ili duže vrijeme ili je često prisutna
- Zona 21 - prostor u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine u zraku može povremeno pojaviti u normalnim uvjetima rada
- Zona 22 – prostor u kojem se eksplozivna atmosfera u obliku oblaka gorive prašine u zraku ne očekuje u normalnim uvjetima rada, ali ako nastupi, tada samo kratkotrajno



Plinovi i pare su razvrstani u temperaturne razrede radi lakšeg odabira zaštitnih mjera:

TEMPERATURNI RAZRED	MINIMALNA TEMPERATURA PALJENJA
T1	450
T2	300
T3	200
T4	135
T5	100
T6	85

Tablica 30-01.8-1: Podjela zapaljivih plinova i para na temperaturne razrede

Skupine plinova:

- I metan
- II A propan
- II B etilen
- II C vodik, acetilen

Skupine prašina:

- III A vlakanca
- III B nevodljiva prašina
- III C vodljiva prašina

Zone opasnosti definiraju se posebnim elaboratom klasifikacije ugroženih prostora, elaboratom zaštite od požara, odnosno strojarskim projektom. Pritom se određuju minimalni zahtjevi na opremu koja se ugrađuje u pojedinom prostoru/zoni opasnosti. Pri određivanju zahtjeva na opremu u obzir se uzima i prisutnost ventilacije (za zatvorene prostore). U prostoru koji je dobro ventiliran, može biti dozvoljena ugradnja opreme sa manjim stupnjem zaštite ili oprema obične industrijske izvedbe, ako je projektiranim i izvedenim rješenjem osigurano da je ta oprema u pogonu samo kad je okolni prostor siguran (kad radi ventilacija, i/ili kad se odgovarajućim detektorima mjeri razina eksplozivnih tvari) a pri pojavi eksplozivne atmosfere zajamčeno isključena i van uporabe.

Prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom u vodnom gospodarstvu mogu se pojaviti na objektima odvodnje, gdje uzrok eksplozivne atmosfere može biti razvijanje zapaljivih plinova uslijed anaerobne razgradnje organskih otpadnih tvari (kod duljeg zadržavanja otpadnih voda – osobito u većim crpnim stanicama i uređajima za pročišćavanje), te procurivanje u sustav otpadnih voda zapaljivih tvari ili kemikalija koje će u kontaktu sa otpadnim vodama proizvesti zapaljive plinove.

Klasifikacija protueksplozijsko zaštićenih električnih uređaja se izvodi prema vrsti i stupnju zaštite električnog uređaja od utjecaja okolne eksplozivne atmosfere:

Skupine i kategorije opreme:

- Oprema skupine I - za podzemne i dijelove nadzemnih rudnika (ovdje nije primjenjivo)
- Oprema skupine II - za uporabu na ostalim mjestima koja bi mogla biti ugrožena eksplozivnom atmosferom
  - o Kategorija 1 – za uporabu u zoni 0 za plinove i zoni 20 za prašine; oznaka 1G za plinove i 1D za prašine
  - o Kategorija 2 – za uporabu u zoni 1 za plinove i zoni 21 za prašinu; oznaka 2G za plinove i 2D za prašine
  - o Kategorija 3 - za uporabu u zoni 2 za plinove i zoni 22 za prašinu; oznaka 3G za plinove i 3D za prašine

Razine zaštite opreme:

Grupa II (plinovi)

- Ga - oprema vrlo visoke razine zaštite za eksplozivnu plinsku atmosferu koja nije uzročnik paljenja u normalnom radu, uz očekivane poremećaje ili uz rijetke poremećaje
- Gb - oprema visoke razine zaštite za eksplozivnu plinsku atmosferu koja nije uzročnik paljenja u normalnom radu ili uz očekivane poremećaje
- Gc - oprema veće razine zaštite za eksplozivnu plinsku atmosferu koja nije uzročnik paljenja u normalnom radu, i koja može imati neku dodatnu zaštitu koja osigurava da uzročnik paljenja ostane neaktivan u slučaju regularno očekivanih događaja (npr. Izgaranje žarulje svjetiljke)

Grupa III (prašine)

- Da - oprema vrlo visoke razine zaštite za eksplozivnu atmosferu prašine koja nije uzročnik paljenje u normalnom radu, uz očekivane poremećaje ili uz rijetke poremećaje
- Db - oprema visoke razine zaštite za eksplozivnu atmosferu prašine koja nije uzročnik paljenje u normalnom radu ili uz očekivane poremećaje
- Dc - oprema veće visoke razine zaštite za eksplozivnu atmosferu prašine koja nije uzročnik paljenje u normalnom radu, i koja može imati neku dodatnu zaštitu koja osigurava da uzročnik paljenja ostane neaktivan u slučaju regularno očekivanih događaja

Vrste zaštite opreme:

- oklapanje „d“ - ako je dio koji može zapaliti eksplozivnu atmosferu smješten u kućište, kućište mora izdržati tlak koji se razvije unutrašnjom eksplozijom eksplozivne smjese i spriječiti probojno paljenje eksplozivne atmosfere oko kućišta
- povećana sigurnost „e“ - vrsta je zaštite za električne uređaje u kojima se primjenjuju dodatne mjere kako bi se postigla povećana sigurnost protiv mogućih previsokih temperatura i pojave luka i iskri u normalnom pogonu ili pod određenim nepredviđenim i/ili nenormalnim uvjetima
- samosigurnost „i“ - vrsta zaštite temelji se na ograničenju električne energije u uređaju i spojnomo ožičenju izloženom eksplozivnoj atmosferi na razinu nižu od razine koja može uzrokovati paljenje iskrenjem ili zagrijavanjem
- oblaganje „m“ - dijelovi koji bi mogli uzrokovati paljenje eksplozivne atmosfere iskrenjem ili zagrijavanjem su zaliveni smjesom (koja se stvrdne nakon zalijevanja) na način da se eksplozivna atmosfera ne može zapaliti prilikom upotrebe ili ugradnje
- uranjanje „o“ - električna oprema ili dijelovi opreme se uranjaju u zaštitnu tekućinu (npr. mineralno ulje) tako da ne mogu zapaliti eksplozivnu atmosferu iznad površine tekućine ili izvan kućišta
- nadtlak „p“ – način zaštite od ulaska vanjske atmosfere u kućište održavanjem zaštitnog plina u kućištu pod nadtlakom u odnosu na vanjsku atmosferu
- punjenje prahom „q“ – dijelovi koji bi mogli uzrokovati paljenje eksplozivnog plina su fiksirani u određenoj poziciji i potpuno okruženi ispunom (npr. pijeskom) koja će spriječiti paljenje okolne eksplozivne atmosfere
- zaštita kućištem „t“ – vrsta zaštite zatvaranjem električne opreme u kućišta da se izbjegne prodor i nakupljanje prašine koja bi se mogla zapaliti
- vrsta zaštite „n“ – vrsta zaštite primijenjena na električnu opremu tako da u normalnim okolnostima i pod određenim nenormalnim uvjetima nije sposobna zapaliti okolnu eksplozivnu atmosferu

Električni uređaji koji se ugrađuju u ugroženom prostoru svojom kategorijom zaštite moraju odgovarati stupnju zone opasnosti na mjestu ugradnje, a svojom izvedbom protueksplozijske zaštite trebaju udovoljavati i definirani parametrima klasificiranog prostora (skupina plinova i temperaturni razred).

Sva ugrađena oprema mora odgovarati zahtjevima “Pravilnika o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama”. Svi električni uređaji u protueksplozijski zaštićenoj izvedbi mora imati odgovarajuće certifikate. Prilikom instaliranja električnih uvjeta i instalacija treba se pridržavati specifičnih uvjeta uporabe (označenih znakom „X“) iz certifikata uređaja, kao i ostalih zahtjeva proizvođača sukladno uputama za instaliranje, uporabu i održavanje.

Pri izboru zaštitnih naprava strujnog kruga proračunava se i odabire zaštita od preopterećenja, zaštita od zemljospoja, zaštita od kratkog spoja te zaštita od opasnih napona i iskrenja.

Svi kabeli koji se koriste u eksplozijski ugroženim prostorima moraju odgovarati zahtjevima niza normi HRN EN 60332 s obzirom na širenje plamena gorenjem plašta kabela.

Spojevi vodova za izjednačivanje potencijala trebaju se zaštititi od odvrtanja (npr. opružnim podloškama).

Po izvođenju instalacija, kabele i zaštitne uređaje označiti sukladno oznakama iz projektne dokumentacije.

Obavljanje poslova na električnim instalacijama (kao što je instaliranje električnih uređaja u „Ex“ izvedbi, polaganje kabela i sl.) te električna mjerenja za prostore ugrožene eksplozivnom atmosferom trebaju provoditi za to osposobljeni i ovlašteni instalateri a što se dokazuje pozitivnim tehničkim nalazom za aktivnosti instaliranja TN-IN i održavanja TN-OD.

Puštanje instalacije u eksploataciju dozvoljeno je tek nakon obavljenog tehničkog nadgledanja od strane ovlaštene ustanove (npr. EX-Agencije) i dobivanja uporabne dozvole.

Tehničkim nadgledanjem s naslova protueksplozijske zaštite ovlaštena ustanova provjerava:

- klasifikaciju prostora i zone opasnosti
- električne uređaje
- električne instalacije
- neelektrične uređaje i instalacije
- ostale uzročnike paljenja (atmosferska pražnjenja, lutajuće struje, katodna zaštita, statički elektricitet, elektromagnetska zračenja, ionizirajuće zračenje te ultrazvuk)
- posebne primarne mjere protueksplozijske zaštite
- ostale mjere zaštite od eksplozije

Za tehničko nadgledanje pripremaju se svi podatci o ugrađenoj opremi i strujnim krugovima, što uključuje:

- sve ugrađene električne uređaje u zonama opasnosti potrebno je definirati kroz tablice ugrađene opreme (naziv, proizvođač, tip, serijski broj, nazivni podatci, znak ex zaštite, oznaka područja, kategorije i primjene vrste Ex-zaštite, certifikat ex zaštite, oznaku sukladnosti). U tablice se upisuju i pridruženi uređaji, koji nisu u ugroženom prostoru ali su potrebni da bi se ostvarila potrebna zaštita (npr. izolacijske barijere, motorske zaštitne sklopke, i dr.)
- sustav mreže (TN, TT, IT, SELV, PELV)
- shema glavnog energetskog razvoda (napajanja) s podacima o izvorima napajanja (npr. za transformator: snaga, spoj, napon kratkog spoja, gubitci)
- shema svih energetskih strujnih krugova u ugroženom prostoru sa ucrtanim svim elementima strujnog kruga i svim kabelima; sa upisanim tipovima, presjecima i duljinama kabela; sa karakteristikama zaštitnih uređaja za zaštitu od preopterećenja, kratkog spoja i zemljospoja svih trošila u ugroženom prostoru
- potrebno je proračunati minimalne i maksimalne struje kratkog spoja, odnosno zemljospoja, kako bi se mogla provjeriti ispravnost električne zaštite. U obzir je, osim kabela, potrebno uzeti i otpor izvora i zaštitnog elementa.
- LOOP dijagrami instrumentacijskih krugova u ugroženom prostoru, sa popisom svih kabela (tip, broj i presjek vodiča, duljina kabela)
- za samosigurne strujne krugove podatke o kapacitetu i induktivitetu kabela po jedinici duljine, odnosno podatak o omjeru induktivitet/otpor kabela

Prije tehničkog nadgledanja potrebno je obaviti ispitivanje električne instalacije, minimalno:

- mjerenje otpora uzemljenja

- mjerenje otpora izolacije za sve ne samo sigurne strujne krugove u skladu s normom HRN HD 60364-6
- mjerenje otpora izolacije za sve samo sigurne strujne krugove u skladu s normom HRN IEC 60079-14
- mjerenje impedancije petlje kvara
- provjera neprekinutosti zaštitnog vodiča i provjera mjera izjednačivanja potencijala.

Na postrojenju sa ugroženim prostorima potrebno je kroz Ex-Priručnik definirati sustav održavanja koje mora biti u skladu s normom HRN EN 60079-17 i „Pravilnikom o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i opreme u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom“.

## 30-02 PROJEKTNA DOKUMENTACIJA

Razvrstavanje projekata u smislu Zakona o prostornom uređenju (ZOPU) i Zakona o gradnji (ZOG) dano je u poglavlju 0. Opće odredbe ovih općih tehničkih uvjeta.

Idejni elektrotehnički projekt može biti izrađen kao posebna mapa ili kao dio zajedničke mape svih struka.

Glavni elektrotehnički projekt se izrađuje u principu kao jedna ili više zasebnih mapa glavnog projekta, ovisno o složenosti projekta.

Glavni elektrotehnički projekt niskonaponskih postrojenja mora ispunjavati odredbe Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije.

Izvedbeni elektrotehnički projekt niskonaponskih postrojenja mora ispunjavati odredbe Tehničkog propisa za niskonaponske električne instalacije.

Po završetku elektroinstalacija daje se dokumentacija izvedenog stanja, u koju se unose sve izmjene nastale prilikom izvođenja, te točni tipovi ugrađene opreme.

## 30-03 ELEKTROENERGETSKI PRIKLJUČAK

### 30-03.1 OPĆENITO

Napajanje trošila električnom energijom pojedine građevine može se osigurati priključkom na distribucijsku elektroenergetsku mrežu ili, u slučaju ekonomski neopravdanih troškova priključka na elektroenergetsku mrežu, baterijama/akumulatorima ili autonomnim sustavom za proizvodnju električne energije (npr. elektroagregatsko postrojenje, fotonaponski sustav i dr.)

Način napajanja električnom energijom rješava projektant u dogovoru s investitorom/korisnikom, u sklopu elektrotehničkog projekta. O vrsti priključka će ovisiti odabir opreme na objektu.

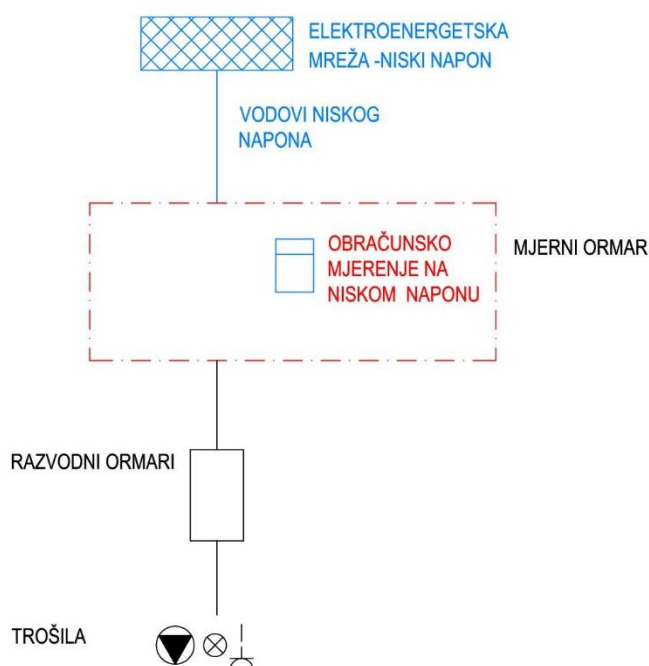
Odabrani sustav napajanja mora omogućiti pouzdani trajni rad električne opreme.

### 30-03.2 PRIKLJUČAK NA DISTRIBUCIJSKU MREŽU

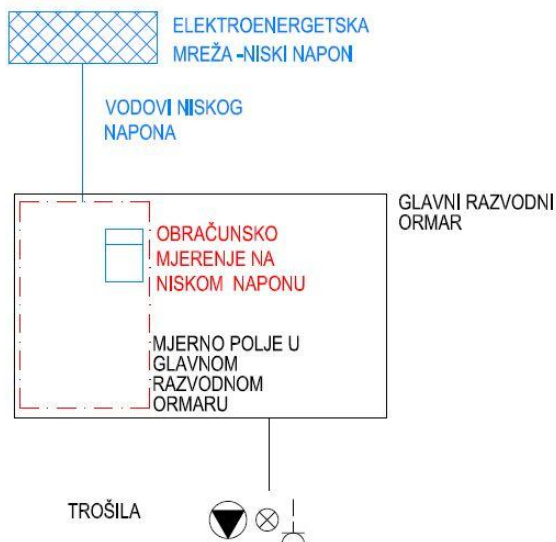
Građevina (postrojenje) priključuje se na distribucijsku elektroenergetsku mrežu na niskom naponu (nazivni napon 0,4 kV) ili na srednjem naponu (nazivni naponi 10, 20, 30 i 35 kV).

Naponski nivo priključka određen je trošilima na objektu (naponski nivo trošila, vršna snaga objekta/priključka) i tehničkim uvjetima u mreži elektroenergetskog distribucijskog sustava.

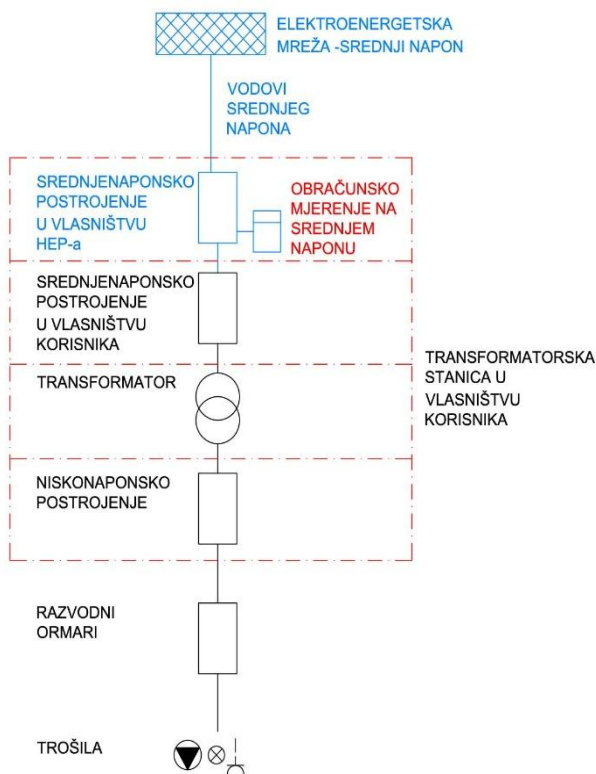
Mogućnosti priključka prikazane su na sljedećim skicama:



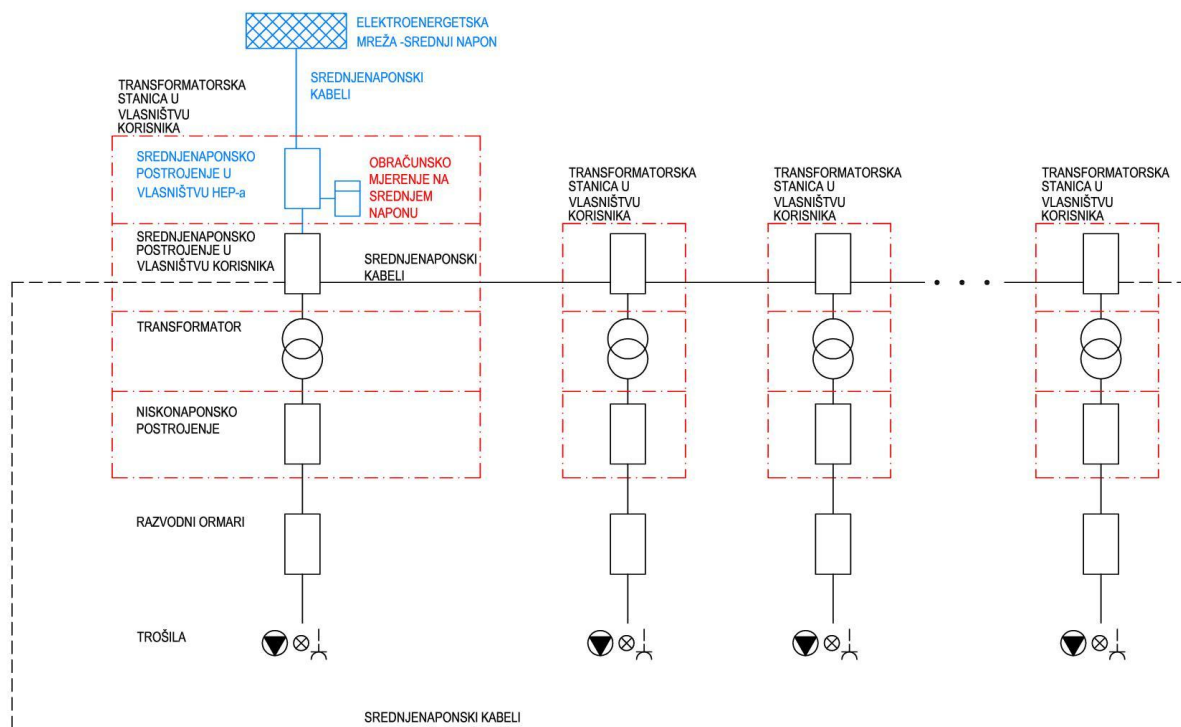
Slika 30-03.2-1- Priključak na niskom naponu – brojilo u vlastitom ormariću



Slika 30-03.2-2- Priključak na niskom naponu – brojilo u razvodnom ormaru



Slika 30-03.2-3- Priključak na srednjem naponu



Slika 30-03.2-4 - Priključak na srednjem naponu s internim srednjenaponskim razvodom

Po podnošenju zahtjeva, operator distribucijskog sustava sagledava mogućnost priključenja, utvrđuje optimalno tehničko rješenje priključenja te određuju tehničke, ekonomske i ostale uvjete priključenja građevine na mrežu, kao i uvjete izgradnje priključka i stvaranja uvjeta u mreži. Operator distribucijskog sustava definira:

- posebne uvjete za lokaciju građevine – potrebno eventualno premještanje, zaštitu, rekonstrukciju i/ili uklanjanje postojećih elektroenergetskih vodova i objekata NN/SN mreže; način izvođenja radova u zoni elektroenergetskih objekata i dr.
- izvedbu priključenja i mjesto priključenja na mrežu, sa mjestom razgraničenja vlasništva i odgovornosti između podnositelja zahtjeva i HEP ODS-a (mjesto predaje/preuzimanja energije- susretno postrojenje)
- uvjete priključenja koje mora ispuniti građevina (naponska razina, očekivana maksimalna struja kratkog spoja, sustav zaštite, vrijednost faktora ukupnoga harmonijskog izobličenja napona i ostali tehnički podaci koje građevina mora ispuniti)



- uvjete za postupak priključenja na mrežu (ishođenje potvrde na projekt, sklapanje ugovora o korištenju mreže, dostava zahtjeva za početak korištenja mreže),
- prema potrebi druge tehničke i ekonomske zahtjeve

Operator distribucijskog sustava izvodi elektroenergetski priključak do mjesta razgraničenja vlasništva i odgovornosti, te ugrađuje brojilo na mjerno mjesto. Mjerno mjesto nije nužno na mjestu razgraničenja. Izvođač izvodi elektroinstalaciju od mjesta razgraničenja, pri čemu je dužan ispuniti zadane uvjete operatora distribucijskog sustava. Smještaj i oprema mjernog mjesta trebaju biti u skladu s „Tehničkim uvjetima za obračunska mjerna mjesta“.

Prilikom izvođenja radova na objektu potrebno je uskladiti izvođenje priključka od strane operatora distribucijskog sustava sa ostalim radovima na objektu. Ako nije moguće uklopiti izvođenje priključka u terminski plan gradilišta, potrebno je u dogovoru sa operatorom prirediti trasu za polaganje priključka na način da ne dođe do oštećenja ranije izvedenih instalacija ili dijelova građevine ili nepotrebnih dodatnih troškova (npr. položiti cijevi za priključne kabele prije uređenja terena).

Ako operator distribucijskog sustava propiše ugradnju limitatora, potrebno je instalaciju prirediti tako da je moguća ugradnja limitatora na dolazu sa brojila, prije odvojaka za trošila (u razvodnom ormaru ili posebnom ormariću).

Susretno postrojenje i električna instalacija građevine ne smije biti spojeno s postrojenjem i električnom instalacijom građevine drugog korisnika mreže (priključenih preko drugog obračunskog mjernog mjesta).

Postupak o priključenju na distribucijsku elektroenergetsku mrežu detaljno opisuje dokument „Pravila o priključenju na distribucijsku mrežu“.

### **30-03.3 BATERIJSKO NAPAJANJE**

Električna oprema može biti predviđena u izvedbi sa tvornički ugrađenom baterijom. Ovo se uglavnom odnosi na mjerače, data loggere, telemetrijske kontrolere i slične uređaje, posebne izvedbe sa vrlo malom potrošnjom. Potrošnja uređaja ovisi o mjestu montaže (temperatura, vlaga) i načinu upotrebe, i može znatno varirati od deklarirane.

U iznimnim slučajevima izvodi se sustav napajanja sa baterijama ili akumulatorima određene autonomije, koje je potrebno redovito mijenjati. Ovaj način napajanja zahtijeva stalni angažman korisnika u smislu redovite zamjene baterija/akumulatora i ne preporučuje se, ali se koristi tamo gdje je nužno i ne postoji mogućnost stalnog priključka na elektrodistribucijsku mrežu.

### **30-03.4 AUTONOMNI SUSTAV ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE**

Autonomni sustav za proizvodnju električne energije sastoji se od opreme za proizvodnju, pohranu i pretvaranje energije.

Dimenzionira se prema:

- karakteristikama trošila (naponski nivo, maksimalna i stalna struja, prosječna potrošnja)
- mjestu ugradnje (prostor potreban za smještaj opreme, vremenski uvjeti kojima će oprema biti izložena, dostupnost pogonskog energenta)

Npr. fotonaponska elektrana sastoji se od fotonaponskih modula za proizvodnju el. energije, regulatora punjenja akumulatora te akumulatora za pohranu energije. Sustav se proračunava prema očekivanoj potrošnji, zahtijevanoj autonomiji prema očekivanom broju dana bez punjenja/sunca ovisno o zemljopisnom položaju, dozvoljenom nivou pražnjenja akumulatora.

Elektroagregatsko postrojenje se sastoji od pogonskog motora, generatora, komandnog ormara i spremnika goriva. Sustav se proračunava prema maksimalnoj, minimalnoj i prosječnoj snazi (W) i potrošnji (kWh). Povećanjem spremnika goriva povećava se razmak između punjenja gorivom.

Preporučuje se slanje signala o kritičnim informacijama o sustavu (npr. razina goriva kod elektroagregata, napunjenost akumulatora, kvar sustava...) u sustav daljinskog nadzora i upravljanja.

Prije nabave i ugradnje sustava obavezno provjeriti odgovaraju li tehničke karakteristike nabavljenih trošila predviđenom sustavu napajanja, te prema potrebi uskladiti sustav sa nabavljenim trošilima.

## 30-04 REZERVNO NAPAJANJE

Projektom se definira potreba za rezervnim napajanjem trošila koja se ugrađuju u objekt. Rezervno napajanje može biti zahtijevano iz sigurnosnih razloga (napajanje sigurnosne opreme u skladu sa propisima zaštite od požara) ili iz funkcionalnih razloga.

Rezervno napajanje sigurnosnih sustava osigurava napajanje sigurnosne opreme u propisanom minimalnom vremenu. Može biti izvedeno kao sastavni dio trošila koje se koristi u sigurnosne svrhe (npr. protupanična svjetiljka s vlastitom baterijom) ili kao posebni uređaj (centralna baterija za više trošila, UPS, elektroagregatsko postrojenje). U tom slučaju uređaj za rezervno napajanje i sustav razvođenja moraju odgovarati sigurnosnim zahtjevima prema posebnim propisima.

Rezervno napajanje iz funkcionalnih razloga može napajati dio opreme ili kompletnu elektroinstalaciju. Može biti instalirano na objektu (akumulatori, uređaj besprekidnog napajanja, elektroagregatsko postrojenje) ili elektroinstalacija objekta može biti pripremljena za priključak mobilnog rezervnog napajanja koji će se dovesti na objekt u slučaju potrebe (npr. utičnica za elektroagregatsko postrojenje).

Rezervno napajanje se dimenzionira prema trošilima koje treba napajati i traženoj autonomiji.

Elektroinstalacija mora biti opremljena rastavnom napravom za vidljivo odvajanje dijela električnih instalacija napojenih pomoću uređaja za neprekidno napajanje ili agregata od niskonaponske distribucijske mreže. Rastavna naprava mora biti dostupna djelatnicima operatora elektroenergetskog sustava u slučaju potrebe radova, a u cilju osiguranja zaštite od povratnog napona.

## 30-05 ENERGETSKI TRANSFORMATORI

### Općenito

Tehnički uvjeti u ovom poglavlju se odnose na energetske transformatore koji se ugrađuju u slučaju priključenja na distribucijsku elektroenergetsku mrežu na srednjem naponu.

Energetski transformator međuinuktivno povezuje dva električna kruga izmjenične struje i izmjeničnu električnu struju zadanoga napona SN mreže pretvara u izmjeničnu struju zadanog napona NN mreže

Glavni su dijelovi transformatora magnetska jezgra i najmanje dva međusobno odvojena namota (takozvani primar i sekundar) s izolacijom. Električna energija prenosi se elektromagnetskom indukcijom od primara na sekundar, bez promjene frekvencije.

Prolazom struje kroz namote dolazi do generiranja toplina, radi smanjenja gubitaka koje ona uzrokuje transformatore se mora na neki način hladiti. Postoje dvije vrste transformatora s obzirom na način hlađenja, a to su suhi i uljni transformatori.

Uljni transformatori kao medij hlađenja koriste izolacijsku tekućinu velikog specifičnog toplinskog kapaciteta.

Ovisno o konstrukciji uljni transformatori se grade za postavljanje na slobodno područje i uljni transformatori za postavljanje u građevinske zatvorene objekte. Prema „Pravilniku o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja“ potrebno je osigurati sustav odvođena ulja.

Suhi transformatori kao medij hlađenja koristi zrak unutar transformatora. Kako bi se povećao protok kod ovakvog tipa transformatora se ugrađuju ventilatori što rezultira u povećanom odvođenju topline iz transformatora.

Prema mjestu i načinu ugradnje te izvedbi energetski transformator je predviđen za vanjsku i unutarnju montažu kao samostojeći.

Izvedba transformatora treba biti prilagođena utjecajima okoline na mjestu ugradnje. Kućište mora biti u izvedbi sa stupnjem zaštite od prodora čvrstih tijela i tekućina (oznaka IP) i stupnjem zaštite od mehaničkih utjecaja (oznaka IK) predviđenima projektom.

Obavezana primjena zahtjeva za ekološki dizajn temeljem uredbe komisije EU br. 548.

### Opis radova

Energetski transformatori moraju biti tvornički proizvedeni i ispitani.

Pozicija i način ugradnje energetskog transformatora trebaju biti takvi da se osigura dovoljan slobodan prostor i udaljenost od drugih dijelova postrojenja pri montaži i obavljanju radova na samom transformatoru i ostalim dijelovima energetskog postrojenja .

Eventualni kvar na transformatoru moguće je otkloniti:

- za vrijeme jamstvenog roka od strane proizvođača,
- izvan jamstvenog roka od strane poslovnih subjekata registriranih za takvu djelatnost.

Tijekom izvedbe radova treba poštivati napatke proizvođača za montažu i zahtjeve određene projektom.

### Materijali i izvedba

Jezgra transformatora izrađena je od visokokvalitetnog hladnovaljanog, orijentiranog lima.

Namoti pravokutnog, ovalnog ili okruglog oblika izrađeni su od bakrenih ili aluminijskih vodiča izoliranih lakom ili papirom. NN namoti rade se od folije ili profilne žice, a SN namoti od okrugle ili profilne žice.

Kućište (kotao) energetskih uljnih transformatora mora biti hermetički zatvoreno s valovitom stranicom. Na zahtjev moguća je izvedba s konzervatorom, kao i s radiatorima.

Zbog različitih uvjeta okoline u kojima transformatori rade gotovi kotlovi, poklopci i ostali metalni dijelovi moraju biti pripremljeni i zaštićeni u skladu s HRN EN ISO 12944 standardom ovisno o kategoriji korozije C1 do C5M.

Uljni transformatori moraju biti izrađeni i testirani sukladno nizu normi HRN EN 50464.

Trofazni suhi transformatori su uobičajeno u izvedbi uronjenoj u epoksidnu smolu s aktivnim punilom u vakuumu. Dolaze u dvije izvedbe: bez kućišta (IP00) i s IP31 metalnim kućištem. Smola služi kao izolacija SN namota, ali ne pruža zaštitu od direktnog dodira. Ovu zaštitu pruža samo izvedba s kućištem. Suhi transformatori moraju biti izrađeni i testirani sukladno nizu normi HRN EN 60076

### **Zahtjevi kakvoće**

Prije isporuke transformatori se moraju ispitati rutinski prema nizu normi HRN EN 60076 (po potrebi i prema drugim normama). Tipska i specijalna ispitivanja izvode se na zahtjev.

Za sve dijelove i svu opremu energetskog transformatora proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu izjavu o svojstvima, kojom potvrđuje da dijelovi i oprema energetskog transformatora zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Pri isporuci energetskog transformatora dostavljaju se potvrde o kakvoći isporučenog proizvoda, odnosno atesti i ispitno izvješće pojedinačnih ispitivanja, kojima se dokazuje da je transformator izrađen i ispitan sukladno važećim normama.

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

### **Obračun radova**

Količina radova na dobavi i ugradnji energetskih transformatora mjeri se i obračunava po komadu ugrađenih transformatorskih jedinica i plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni za dobavu, dopremu i ugradnju prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

### **Održavanje**

U skladu sa Zakonom o energiji, Zakonom o tržištu električne energije, te Pravilnikom o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV, donosi se Pravilnik o održavanju transformatorskih stanica u vlasništvu Društva (u daljnjem tekstu: Pravilnik).

Pravilnikom se reguliraju radnje koje se obavljaju u tu svrhu, rokovi i dopuštena odstupanja od rokova za obavljanje tih radnji, te nužna dokumentacija koja se o obavljenim radovima treba voditi.

Održavanje u širem smislu je skup tehničkih i administracijskih aktivnosti s namjerom da se objekt ili bilo koji njegov dio zadrži ili vrati u stanje u kojem je sposoban biti u funkciji.

U procesu održavanja razlikujemo sljedeće aktivnosti:

#### **a) Preventivno održavanje**

Preventivno održavanje je planski proces koji se provodi unutar unaprijed određenih razdoblja u skladu sa uputama, s ciljem smanjenja vjerojatnosti otkaza rada (kvara) objekta ili degradacije njegove osobine ili bilo kojeg njegovog dijela.

## b) Korektivno održavanje

Korektivno održavanje je proces neplaniranog održavanja koje se provodi nakon utvrđivanja nedostatka objekta ili bilo kojeg njegovog dijela koji utječe na njegovu funkcionalnost. Rok za obavljanje korektivnog održavanja utvrđuje se ovisno o procjeni stupnja ugroženosti objekta ili njegovog dijela.

## c) Interventno održavanje

Interventno održavanje je proces neplaniranog održavanja objekta ili bilo kojeg njegovog dijela (zbog unutarnjih ili vanjskih čimbenika) kod kojeg se radovima mora pristupiti odmah bez odlaganja kako bi se kvar na objektu ili bilo kojem njegovom dijelu otklonio i objekt doveo u funkciju.

Preventivno održavanje transformatora provoditi u skladu sa uputama za pregled i održavanje energetskih transformatora.

Prijedlog uputa:

AKTIVNOST				
Naziv	Opis i način izvršenja	Izvršitelj	Mjere zaštite	Vrši se
Vizualni pregled transformatora	Pregledati transformator, utvrditi da je kompletan, da nema vidljivih oštećenja, tragova naponskih proboja, pregrijavanja ili izgaranja. Utvrditi da su svi potporni izolatori sa SN i NN priključcima cijeli i neoštećeni	osoba osposobljena za rad sa SN postrojenjima	Aktivnosti vršiti u beznaponskom stanju. Isključiti teretne sklopke transformatora na SN i NN strani, uzemljiti transformator na primarnoj strani.	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)
Provjera razine ulja u transformatoru (za uljne transformatore)	Provjeriti razinu ulja na pokazivaču razine. Razina treba biti u skladu sa temperaturom	osoba osposobljena za rad sa SN postrojenjima	Sprečavanje ponovnog ukapčanja na jedan ili više načina u zavisnosti od izvođenja postrojenja i to: isključivanjem komandnog napona, uklanjanjem poluga i ručica za vršenje manipulacija, stavljanjem izolacijskih umetaka, obavezno postavljanje ploče upozorenja	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)
Provjera nepropustljivosti uljnog sustava transformatora (za uljne transformatore)	Provjeriti nepropustljivost uljnog sustava transformatora. Utvrditi da nema probijanja i curenja ulja na kotlu, na tijelu i rashladnim rebrima, na spoju sa provodnim izolatorima, Buchholzovim relejom i ventilu za ispuštanje ulja	osoba osposobljena za rad sa SN postrojenjima		Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)

AKTIVNOST				
Naziv	Opis i način izvršenja	Izvršitelj	Mjere zaštite	Vrši se
			<p>“Ne ukapčaj – opasno”</p> <p>Provjeriti da li postoji napon u objektu prije početka pregleda</p>	
Čišćenje i odmašćivanje transformatora	Očistiti transformator od prašine i uljnih nakupina (za uljne transformatore)	pogonski električar	<p>Aktivnosti vršiti uz nadzor osobe osposobljene za rad sa SN postrojenjima.</p> <p>Aktivnosti vršiti u beznaponskom stanju.</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)</p>
Provjera i pritezanje svih vijaka na kotlu transformatora (za uljne transformatore)	Provjeriti i pritegnuti sve vijke na kotlu transformatora	pogonski električar	<p>Isključiti teretne sklopke transformatora na SN i NN strani,</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom</p>
Provjera i pritezanje svih vijaka na NN i SN priključcima transformatora	Provjeriti i pritegnuti sve vijke na NN priključcima transformatora koristeći moment-ključ	pogonski električar	<p>uzemljiti transformator na primarnoj strani.</p> <p>Sprečavanje ponovnog ukapčanja na jedan ili više načina u zavisnosti od izvođenja postrojenja i to:</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)</p>
Provjera probojne čvrstoće trafo ulja (za uljne transformatore)	Uzeti uzorak ulja iz transformatora i ispitati probojnu čvrstoću	ovlašteni izvršitelj	<p>isključivanjem komandnog napona, uklanjanjem poluga i ručica za vršenje manipulacija, stavljanjem izolacijskih umetaka, obavezno postavljanje ploče upozorenja “Ne ukapčaj – opasno”</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom</p>
Provjera zaštite transformatora	Ispitati kompletnu zaštitu transformatora (Bucholz relej/relej termičke zaštite) sa funkcijom isklapanja prekidača na SN strani	ovlašteni izvršitelj	<p>manipulacija, stavljanjem izolacijskih umetaka, obavezno postavljanje ploče upozorenja “Ne ukapčaj – opasno”</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)</p>
Zamjena sredstva za upijanje vlage – silikagela (za uljne transformatore)	Zamijeniti sredstvo novim	ovlašteni izvršitelj	<p>Provjeriti da li postoji napon u</p>	<p>Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)</p>

AKTIVNOST				
Naziv	Opis i način izvršenja	Izvršitelj	Mjere zaštite	Vrši se
			objektu prije početka pregleda	
Dopuna i dolijevanje transformatorskog ulja (za uljne transformatore)	Dolijevanje ulja vršiti ako se tijekom kontrolnih pregleda utvrdi da ulje nedostaje.	osposobljeni izvršitelj	Aktivnosti vršiti u beznaponskom stanju. Isključiti teretne sklopke transformatora na SN i NN strani, uzemljiti transformator na primarnoj strani. Provjeriti da li postoji napon u objektu prije početka pregleda	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog periodično)
Filtriranje i sušenje izolacijskog sustava transformatora (za uljne transformatore)	Filtriranje i sušenje izolacijskog sustava transformatora vršiti ako se utvrdi nedovoljna probojna čvrstoća ulja, značajniji nedostatak ulja ili oštećenja na transformatoru koja omogućuju ulazak vlage u izolacijski sustav	ovlašteni izvršitelj		Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog periodično)
Termo vizijsko snimanje vijčanih spojeva na SN i NN priključcima transformatora	Snimiti spojeve u cilju utvrđivanja lokalnih pregrijavanja	ovlašteni izvršitelj uz nadzor osobe osposobljene za rad na postrojenjima srednjeg napona	Snimanje vršiti dok je transformator pod naponom, pri punom opterećenju iz sigurne udaljenosti izvan trafo komore	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog jednom godišnje)

## 30-06 SREDNJENAPONSKO POSTROJENJE

### Općenito

Tehnički uvjeti u ovom poglavlju se odnose na sva srednjenaponska postrojenja koja se ugrađuju u slučaju priključenja na distribucijsku elektroenergetsku mrežu na srednjem naponu. Srednjenaponska postrojenja namijenjena su prihvatu priključka na srednjenaponsku mrežu nadležnog distributera el. energije te razvodu interne srednjenaponske mreže, ako postoji.

Srednjenaponsko postrojenje (srednjenaponski sklopni blok) je funkcionalan sklop koji se sastoji od svih potrebnih električnih uređaja (sklopnih aparata, upravljačkih i zaštitnih uređaja pogonskih mehanizama, sabirničkog sustava, kabelskih odjeljaka za priključak SN kabel i dr.), montiranih i ožičenih unutar odgovarajućeg kućišta.

Postrojenja se sastoje od jednog ili više metalom oklopljenih i plinom SF<sub>6</sub> ili zrakom izoliranih sklopnih blokova (polja). Takvi se sklopni blokovi u postrojenjima, radi svoje suvremene izvedbe, odlikuju visokom pouzdanošću, osobito na dijelu primarnog strujnog puta. U sklopnim blokovima ispunjenim plinom SF<sub>6</sub> glavni strujni put u cijelosti se nalazi u metalnom kućištu. Namjena plina je dvojaka, za gašenje električnog luka u prekidačima i rastavnim sklopkama prilikom prekidanja struje kratkog spoja, odnosno nazivne struje, te kao izolacija radi smanjenja dimenzija sklopnog modula odnosno postrojenja.

Prema mjestu i načinu ugradnje srednjenaponski sklopni blok je predviđen za unutarnju montažu kao samostojeći (na podu objekta).

Izvedba postrojenja treba biti prilagođena utjecajima okoline na mjestu ugradnje. Kućište mora biti u izvedbi sa stupnjem zaštite od prodora čvrstih tijela i tekućina (oznaka IP) i stupnjem zaštite od mehaničkih utjecaja (oznaka IK) predviđenima projektom.

Budući da se radi o složenim dinamičkim sustavima s velikim brojem različitih dijelova, izrađenih od različitih materijala koji rade u specifičnim uvjetima, nije realno očekivati da će takva oprema raditi cijelo vrijeme eksploatacije bez nadzora i održavanja pojedinih dijelova i sklopova.

### Opis radova

Srednjenaponska postrojenja koja se ugrađuju moraju biti tvornički proizvedena i ispitana.

Pozicija i način ugradnje srednjenaponskog postrojenja trebaju biti takvi da se osigura dovoljan slobodan prostor i udaljenost od drugih dijelova pri montaži, rukovanju postrojenjem i obavljanju radova na samom postrojenju.

Ugradnja razvoda na predviđeno mjesto uključuje pripremu za prihvat kabela (izrada kabelskih glava) koje će trebati spojiti na provodne izolatore pojedinog polja.

Eventualni kvar aparata unutar kućišta moguće je otkloniti samo od strane proizvođača.

Tijekom izvedbe radova treba poštivati naputke proizvođača za montažu opreme i zahtjeve određene projektom.

### Materijali

Kućište srednje naponskog sklopnog bloka mora biti od metalnog materijala, najčešće izrađeno od čeličnog lima.

Stupnjevi zaštite postrojenja u skladu su s normom HRN EN IEC 62271-200 i isporučuju se minimalno sa sljedećim standardnim stupnjevim zaštite: IP4X na vanjskom kućištu, IP2X unutar polja.

### Zahtjevi kakvoće

Postrojenje, i glavni aparati sadržani u njemu, mora biti izrađeno i ispitano u skladu sa sljedećim normama:

- HRN EN IEC 62271-1 za opću namjenu



- HRN EN IEC 62271-200 za rasklopna postrojenja
- HRN EN IEC 62271-102 za zemljospojnike
- HRN EN IEC 60071-2 za koordinaciju izolacije
- HRN EN IEC 62271-100 za prekidače
- HRN EN IEC 60044-8 za strujne transformatore
- HRN EN IEC 60044-7 za naponske transformatore.

Za svu opremu proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu Izjavu o svojstvima, kojom potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Pri isporuci opreme sredjenaponskog postrojenja dostavljaju se potvrde o kakvoći isporučene opreme, odnosno atesti i ispitno izvješće pojedinačnih ispitivanja kojima se dokazuje da je oprema izrađena i ispitana sukladno važećim normama. Postrojenje tijekom izgradnje (instaliranja) i korištenja mora biti:

- pouzdano u cjelini kao i u svakom svom dijelu ili elementu
- mehanički otporno i stabilno
- sigurno u slučaju požara
- neopasno za zdravlje ljudi u pogledu zagađivanja vode i tla
- sigurno za korištenje u smislu smanjenja mogućnosti povrede od udara električne struje
- neopasno u smislu proizvodnje prevelike buke i vibracije
- toplinski zaštićeni od prevelikog zagrijavanja
- zaštićeno od štetnog djelovanja korozije

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

### **Obračun radova**

Količina radova na ugradnji sredjenaponskog postrojenja mjeri se i obračunava po kompletu ugrađenih dijelova postrojenja ili ugrađenih pojedinačnih polja.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni za dobavu, dopremu i ugradnju postrojenja i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

### **Održavanje**

U skladu sa Zakonom o energiji, Zakonom o tržištu električne energije, te Pravilnikom o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV, donosi se Pravilnik o održavanju transformatorskih stanica u vlasništvu Društva (u daljnjem tekstu: Pravilnik).

Pravilnikom se reguliraju radnje koje se obavljaju u tu svrhu, rokovi i dopuštena odstupanja od rokova za obavljanje tih radnji, te nužna dokumentacija koja se o obavljenim radovima treba voditi.

Održavanje u širem smislu je skup tehničkih i administracijskih aktivnosti s namjerom da se objekt ili bilo koji njegov dio zadrži ili vrati u stanje u kojem je sposoban biti u funkciji.

U procesu održavanja razlikujemo sljedeće aktivnosti:

## a) Preventivno održavanje

Preventivno održavanje je planski proces koji se provodi unutar unaprijed određenih razdoblja u skladu sa uputama, s ciljem smanjenja vjerojatnosti otkaza rada (kvara) objekta ili degradacije njegove osobine ili bilo kojeg njegovog dijela.

## b) Korektivno održavanje

Korektivno održavanje je proces neplaniranog održavanja koje se provodi nakon utvrđivanja nedostatka objekta ili bilo kojeg njegovog dijela koji utječe na njegovu funkcionalnost. Rok za obavljanje korektivnog održavanja utvrđuje se ovisno o procjeni stupnja ugroženosti objekta ili njegovog dijela.

## c) Interventno održavanje

Interventno održavanje je proces neplaniranog održavanja objekta ili bilo kojeg njegovog dijela (zbog unutarnjih ili vanjskih čimbenika) kod kojeg se radovima mora pristupiti odmah bez odlaganja kako bi se kvar na objektu ili bilo kojem njegovom dijelu otklonio i objekt doveo u funkciju.

Preventivno održavanje srednjenaponskog postrojenja provoditi u skladu sa uputama za pregled i održavanje srednjenaponskog postrojenja.

Prijedlog uputa:

AKTIVNOST				
Naziv	Opis i način izvršenja	Izvršitelj	Mjere zaštite	Vrši se
Vizualni pregled ormara / ćelije postrojenja	Pregledati ormare /ćelije razvoda, utvrditi da su kompletni bez nedostataka i oštećenja, da nema vidljivih tragova naponskih proboja, pregrijavanja ili izgaranja	pogonski električar	Aktivnosti vršiti uz nadzor osobe osposobljene za rad sa SN postrojenjima. Aktivnosti vršiti u beznaponskom stanju. Isključiti napajanje objekta sa svih strana mogućeg napajanja.	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)
Provjera tlaka plina u postrojenju (za postrojenja punjena SF6 plinom)	Utvrđiti razinu tlaka plina u sustavu. Tlak se očitava na manometru. Tlak treba biti unutar zelenog područja na skali	pogonski električar	Sprečavanje ponovnog ukapčanja na jedan ili više načina u zavisnosti od izvođenja postrojenja i to: isključivanjem komandnog napona, uklanjanjem poluga i ručica za vršenje manipulacija,	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)
Provjera uklopnog stanja rastavljača, sklopki i prekidača u postrojenju	Provjeriti da su svi rastavljači, sklopke i prekidači u pravilnim položajima. Položaji trebaju odgovarati uklopnj shemi postrojenja i pogonskom stanju	pogonski električar	stavljanjem izolacijskih umetaka, obavezno postavljanje ploče upozorenja "Ne ukapčaj – opasno" Provjeriti postoji li napon u objektu prije početka pregleda.	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog mjesečno)

AKTIVNOST				
Naziv	Opis i način izvršenja	Izvršitelj	Mjere zaštite	Vrši se
Čišćenje postrojenja	Očistiti postrojenje	pogonski električar	Aktivnosti vršiti uz nadzor osobe osposobljene za rad sa SN postrojenjima. Aktivnosti vršiti u beznaponskom stanju. Isključiti napajanje objekta sa svih strana mogućeg napajanja.	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)
Provjera rada rastavljača, sklopki i prekidača	Provjeriti rastavljače sklopke i prekidače u postrojenju, njihove mehanizme Izvršiti 2 uklopa i 2 isklopa svakog mehanizma	ovlašteni izvršitelj	Sprečavanje ponovnog ukapčanja na jedan ili više načina u zavisnosti od izvođenja postrojenja i to: isključivanjem komandnog napona, uklanjanjem poluga i ručica za vršenje manipulacija, stavljanjem izolacijskih umetaka, obavezno postavljanje ploče upozorenja "Ne ukapčaj – opasno" Provjeriti postoji li napon u objektu prije početka pregleda.	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog godišnje)
Termo vizijsko snimanje teretnih sklopki, rastavljača, osigurača i priključaka	Snimiti teretne sklopke, rastavljače, osigurače i priključaka u cilju utvrđivanja lokalnih pregrijavanja	ovlašteni izvršitelj uz nadzor osobe osposobljene za rad na postrojenjima srednjeg napona	Snimanje vršiti dok je postrojenje pod naponom, pri punom opterećenju iz sigurne udaljenosti izvan ormara	Prema roku propisano internim pravilnikom (prijedlog periodično)

## 30-07 VANJSKI UTJECAJI

Svu elektroinstalaciju (sustav razvođenja i sve uređaje i opremu) odabrati i ugraditi tako da se osigura zaštita od svih očekivanih vanjskih utjecaja kojima će instalacija biti povremeno ili stalno izložena.

Vanjski utjecaji na elektroinstalaciju su djelovanja vanjskih čimbenika (fizičkih, kemijskih, bioloških) koji utječu na svojstva, sigurno funkcioniranje i upotrebu elektroinstalacija.

Popis svih faktora i parametara vanjskih utjecaja, te njihovo stupnjevanje, dan je u normi HRN EN 60721-1.

### Okolna temperatura

Kompletna elektroinstalacija (sustav razvođenja i svi uređaji i oprema) mora biti odabrana i ugrađena na način da se izbjegne oštećenje i promjena bitnih svojstava instalacija, te osigura normalno funkcioniranje pri svim temperaturama (od najniže do najviše) koje se mogu pojaviti u okolini predmetne elektroinstalacije. Sva oprema i uređaji moraju biti deklarirani minimalno za raspon temperatura koje se mogu pojaviti.

Djelovanje previsoke ili preniske temperature može biti takvo da el. instalacija i oprema promijeni ili izgubi potrebna svojstva, što kao posljedicu može imati neispravan rad, prestanak funkcioniranja, te opasnost po osobe i okolinu.

Na primjer, povećanjem temperature kabela smanjuje se vrijednost maksimalne struje koja smije teći kroz kabel, pa se prilikom proračuna kabela i odabira zaštitnog uređaja između ostalog uzima u obzir i maksimalna temperatura koja se očekuje u okolini kabela.

### Izvori topline

Toplina iz vanjskih izvora može se prenositi zračenjem, strujanjem ili vođenjem (direktnim dodiranjem):

- od sunčanog doprinosa elektroinstalaciji ili mediju oko nje
- iz sustava za toplu vodu i grijanje
- iz grijaćih i rasvjetnih tijela, te druge opreme koja se ugrađuje na objektu
- kroz materijale koji vode toplinu

Da bi se izbjegli učinci topline iz vanjskih izvora mora se uporabiti jedna ili više metoda za zaštitu.

### Voda ili visoka vlažnost

Oprema i instalacija treba biti odabrana i postavljena tako da ne dođe do oštećenja uslijed prodora vode ili kondenzacije.

Ukoliko se u blizini električne opreme nalaze cijevi drugih instalacija, električnu opremu zaštititi od slučajnog prskanja, curenja i kondenzacije iz tih cijevi.

U podzemnim objektima u kojima se može pojaviti voda uslijed djelovanja oborina ili prodora podzemnih voda u objekt (npr. šahtovi s opremom), oprema se postavlja izvan utjecaja vode ako dođe do prodora vode, ili sa stupnjem mehaničke zaštite koji dozvoljava povremeno potapanje.

Na mjestima ulaska kabela i/ili cijevi za kabele iz zemlje u objekte, izvesti vodonepropusna brtvljenja.

### Stupnjevi zaštite električne opreme osigurani kućištima

Stupnjevi zaštite električne opreme osigurani kućištima (IP kod) definirani su normom HRN EN 60529.

IP oznaka (engl. International Protection, a nekada u literaturi i Ingress protection) je standardizirani način označavanja stupnja zaštite od ulaska krutih tvari ili vode u kućište.

IP oznaka sastoji se od dvije znamenke i opcionalno dvije slovne oznake nakon oznake IP. Prva znamenka označava stupanj zaštite od krutih tvari i prašine, odnosno od dodira osoba s opasnim

dijelovima (dijelovi u vrtnji ili dijelovi pod naponom), a druga znamenka stupanj zaštite od vlage i vode.

Brojka	Prva brojka		Druga brojka
	Zaštita osoba od dodira s opasnim dijelovima	Zaštita od prodora stranih krutih tijela	Zaštita od vode
0	bez zaštite	bez zaštite	bez zaštite
1	zaštita od dodira nadlanicom	promjera od 50 mm ili većeg	zaštita od vertikalno kapajuće vode
2	zaštita od dodira prstom	promjera od 12,5 mm ili većeg	zaštita od vertikalno kapajuće vode uz nagib kućišta od 15° prema normalnom položaju
3	zaštita od dodira alatima	promjera od 2,5 mm ili većeg	zaštita od prskajuće vode pod kutom do 60° od vertikale
4	zaštita od dodira žicom	promjera od 1 mm ili većeg	zaštita od prskajuće vode iz svih smjerova
5	zaštita od dodira žicom	zaštita od prodora prašine u količini koja bi mogla utjecati na funkcioniranje ili sigurnost uređaja	zaštita od mlaza vode
6	zaštita od dodira žicom	potpuna zaštita od prašine	zaštita od jakih mlazova vode
7			zaštita od djelovanja pri povremenom uranjanu u vodu
8			zaštita od djelovanja pri trajnom uranjanju u vodu

Slovne oznake:

1. slovo :

- A - zaštita od dodira nadlanicom
- B - zaštita od dodira prstom
- C - zaštita od dodira alatima
- D - zaštita od dodira žicom

2. slovo:

- H - visokonaponski uređaj
- M – testirano na prodor vode dok je pomični dio opreme (npr. rotor motora) u pokretu
- S - testirano na prodor vode dok je pomični dio opreme (npr. rotor motora) u mirovanju
- W – prikladno za upotrebu u specificiranim vremenskim uvjetima i opremljeno dodatnim zaštitama

### Prisutnost korozivnih ili onečišćujućih sredstava

Prilikom izbora opreme i materijala od kojih je oprema napravljena, posebnu pažnju obratiti prisutnosti korozivnih čestica na mjestu ugradnje – slane vode, prisutnost ulja i plina, spojeva sumpora, amonijaka, i dr.

### Skladištenje

Oprema se skladišti u skladu sa odredbama proizvođača opreme – za svaku vrstu opreme navodi se dozvoljeni raspon temperatura skladištenja, te ostali uvjeti skladištenja.

Osobito pažnju obratiti na skladištenje osjetljive elektroničke opreme, koja je osobito osjetljiva na temperaturu, prisutnost vode i vlage (u zraku i kondenzaciju).

## 30-08 RAZVODNI ORMARI

### Općenito

Tehnički uvjeti u ovom poglavlju se odnose na sve niskonaponske razvodne ormare (razdjelnike) koji su namijenjeni za razvod električne energije, napajanje električnih trošila i upravljanje dijelovima električne instalacije.

Razvodni ormar je potpuno funkcionalan sklop koji se sastoji od svih potrebnih električnih uređaja (zaštitnih, sklopnih, mjernih, upravljačkih i sl. ), montiranih i ožičenih unutar odgovarajućeg kućišta prema uputama proizvođača.

Prema mjestu ugradnje, razvodni ormari mogu se podijeliti na dvije osnovne skupine:

- vanjski
- unutarnji.

Prema načinu ugradnje, razvodni ormari mogu se podijeliti na četiri osnovne skupine:

- ugradni (u zid),
- nadgradni (na zid)
- samostojeći (na pod u objektu)
- slobodnostojeći (na temelju na zemlji)

Izvedba razvodnog ormara treba biti prilagođena utjecajima okoline na mjestu ugradnje. Kućište razvodnog ormara mora biti u izvedbi sa stupnjem zaštite od prodora čvrstih tijela i tekućina (oznaka IP) i stupnjem zaštite od mehaničkih utjecaja (oznaka IK) predviđenima projektom.

Upravljački uređaji na razvodnim ormarima trebaju biti odabrani i pozicionirani tako da su lako vidljivi i dostupni za upravljanje, bez mogućnosti slučajnog dodira vodljivih dijelova. Pozicija upravljačkih uređaja treba biti takva da se njima može upravljati u stajaćem ili klečećem položaju. (HRN EN 50274).

### Opis radova

Razvodni ormari koji se ugrađuju na nekom objektu mogu biti industrijski proizvedeni (u tvornici ili radionici izvan gradilišta), a mogu biti izrađeni (sklopljeni) i na gradilištu za potrebe tog gradilišta.

Koncepcija smještaja opreme unutar kućišta razvodnog ormara mora osiguravati jednostavno održavanje i zamjenu elemenata u slučaju kvarova.

Ugradnja razvodnog ormara na predviđeno mjesto uključuje pripremu za prihvat kabela koje će trebati spojiti na njegove stezaljke.

Pozicija i način ugradnje razvodnog ormara trebaju biti takvi da se osigura dovoljan slobodan prostor ispred vrata ormara za neometan pristup i obavljanje radova na samom razvodnom ormaru.

### Materijali

Prema materijalu od kojeg su izrađeni, kućišta razvodnih ormara mogu se podijeliti na tri osnovne skupine:

- kućišta od metalnog materijala
- kućišta od izolacijskog materijala
- kućište od kombinacije metalnog i izolacijskog materijala.

Kućišta razvodnih ormara od metalnog materijala dostupna na tržištu su najčešće izrađena od čeličnog lima, a rjeđe od nehrđajućeg čelika, aluminijska i sličnih materijala.

Kućišta razvodnih ormara od izolacijskog materijala dostupna na tržištu su najčešće izrađena od poliestera, plastike i sličnih materijala.

### **Zahtjevi kakvoće**

Prazno kućište razvodnog ormara namijenjeno je za ugradnju električne opreme, te u njegovoj unutrašnjosti mora biti osigurana prikladna zaštita od vanjskih utjecaja, kao i određeni stupanj zaštite od dodira dijelova pod naponom i pokretnih dijelova. Prazna kućišta ormara moraju biti izrađena u skladu sa zahtjevima norme HRN EN 62208.

Razvodni ormar (kompletно opremljen i ožičen do izlaznih stezaljki) mora biti izrađen i ispitan u skladu sa zahtjevima niza normi HRN EN 61439. te je za isti potrebno izdati valjanu izjavu o sukladnosti.

Za svu električnu opremu proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu ispravu o sukladnosti kojom potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

Na shemi razvodnog ormara, priloženoj uz razvodni ormar, provjerava se jesu li ucrtani svi elementi u ormaru i svi strujni krugovi, te označene sve potrebne vrijednosti.

### **Obračun radova**

Količina radova na ugradnji razvodnog ormara mjeri se i obračunava po komadu ugrađenih elemenata (električna oprema, spojni i montažni materijal) razvodnog ormara, te kućišta razvodnog ormara.

Količina radova na ugradnji razvodnog ormara može se mjeriti i obračunavati i po kompletu ugrađenog razvodnog ormara, potpuno opremljenog, koji uključuje prazno kućište razvodnog ormara, sve potrebne elemente koji se ugrađuju u to kućište i sav spojni i montažni materijal.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni za ugradnju razvodnog ormara i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

## 30-09 KABELSKI RAZVOD

### Općenito

Kabelski razvod je sustav kojeg čine kabeli i oprema koja služi za njihovo vođenje i zaštitu, kao što su cijevi, kabelske police, kabelski kanali, razvodne kutije i sl.

Sustav vođenja kabela treba odabrati i ugraditi na način da je osigurana zaštita od vanjskih utjecaja koji su mogući na mjestu ugradnje, kao što su niske ili visoke temperature, prisustvo vode ili vlage, UV i sl.

### Kabeli

Kabeli i vodiči trebaju biti dimenzionirani na način da mogu trajno podnijeti pogonske struje ugrađenih trošila, te u kombinaciji sa zaštitnim uređajima moraju zadovoljiti zahtjeve u slučaju preopterećenja, kratkog spoja, zemljospoja, prenapona, i dr. Prilikom odabira kabela moraju se uzeti u obzir i parametri poput struje pokretanja trošila (značajno za npr. elektromotore većih snaga), pada napona, duljine trase, načina polaganja, mehaničkih naprezanja, vanjskih utjecaja i sl.

Kabele je potrebno polagati tako da niti jedan dio kabela ne bude izložen izravnom djelovanju vremenskih uvjeta (sunce, vjetar, oborine i dr.), a ako je projektom predviđeno da se kabel polaže po površini objekta treba ga obavezno mehanički zaštititi. Posebnu pažnju pri polaganju posvetiti na mjestima promjene smjera i priključka na opremu.

Kabeli se prema namjeni dijele na:

- energetske
- upravljačke i komunikacijske.

Kabeli se prema materijalu vodiča dijele na:

- bakrene
- aluminijske.

Posebna vrsta kabela koji se koriste za komunikaciju i prijenos podataka su svjetlovodni kabeli (kabeli sa svjetlovodnim vlaknima).

### Vođenje i zaštita kabela

Sve kabele treba polagati u skladu s važećim normama i pravilima struke. Pridržavati se propisanih razmaka od ostalih instalacija.

Direktno u zemlju je dopušteno polagati samo one kabele koji su za to predviđeni, sve ostale je potrebno polagati u zaštitne cijevi ili u kabelske kanale. Broj kabela koji se polažu u cijev treba biti takav da se prilikom polaganja ne oštete ni kabeli niti cijev.

Za vođenje kabela u unutarnjim prostorima uobičajena je upotreba kabelskih polica, kabelskih ljestvi, kabelskih kanalic, cijevi, a za pojedinačne kabele obujmica za direktno vođenje. Svako od ovih rješenja izvodi se uz pomoć odgovarajućih nosača i montažnog pribora. Nosači kabela ili sustava podupiranja montiraju se na propisanom razmaku, uzimajući u obzir dozvoljena opterećenja.

Svi elementi sustava kabelskih polica ili kabelskih ljestvi (skretanja, odvojci, promjene veličine i dr.) trebaju biti originalni elementi za predviđeni sustav.

Dimenzije sustava za polaganje kabela trebaju biti takve da popunjenost kabelskih polica, cijevi i dr. ne bude veća od 50%.

U slučaju kad je u trasi položeno više kabela na malom razmaku, kao npr. u zaštitnoj cijevi ili u kabelskoj polici, treba uzeti u obzir njihovo međusobno zagrijavanje.

Ovisno o načinu polaganja kabela, broju i međusobnom razmaku kabela, temperaturi okoline i drugim faktorima, projektom dokumentacijom se uz primjenu faktora polaganja dimenzioniraju kabeli i zaštitne naprave. Prilikom polaganja kabela obavezno je držati se projektom predviđenih



razmaka i načina polaganja kabela. Promjenom uvjeta iz projektne dokumentacije (promjena načina polaganja, razmaka među kabelima i dr.), mijenja se i trajno podnosiva struja kabela, te je potrebno proračunski provjeriti da nije narušena funkcionalnost ili zaštite strujnih krugova.

Svi spojevi kabela i vodova međusobno i sa opremom moraju biti dostupni, osim za iznimne slučajeve (spojevi u zemlji, zaliveni spojevi, spojevi na grijaću opremu stropnog i podnog grijanja i grijaćih kabela; zavarenih, zalemljenih i zakovanih spojeva; tvornički spojevi na opremu) u skladu sa HRN HD 60364-5-52 dio 526.3.

Razvodne kutije za spajanje kabela moraju biti odgovarajuće za prostor u koji se ugrađuju (mehanička zaštita, vodotijesnost, vatrootpornost, protueksplozivnost). Isto vrijedi i za kabelske uvodnice.

Kabele različitih vrsta instalacija (energetski kabele različitih naponskih razina, upravljački/komunikacijski kabele) je potrebno voditi odvojeno, gdje god je to moguće, odnosno zaštititi kabele od međusobnih utjecaja. U metalnim kabelskim policama kabele različitih vrsta instalacija smiju se polagati u istoj polici samo ako se razdvoje tipskim metalnim pregradama.

Prilikom polaganja kabela moraju se uzeti u obzir njegove karakteristike kao što su minimalni unutarnji polumjer savijanja i maksimalna dopuštena sila razvlačenja, definirane od strane proizvođača kabela. Prilikom polaganja kabela ne smije doći do oštećenja izolacije kabela.

Kabele se ne smiju polagati na temperaturi nižoj od  $-5^{\circ}\text{C}$  ili ih se mora zagrijati na potrebnu temperaturu (npr. držanjem kabela u toplom prostoru prije polaganja, zagrijavanje strujom i sl.)

Opremu za vođenje kabela (cijevi, kabelske police, kabelske kanalice i dr.) potrebno je ugraditi na način da se onemogući ulazak i zadržavanje vode i kondenzata.

Ulaz cijevi u objekt izvesti na vodonepropustan način ugradnjom odgovarajućih obujmica. Unutrašnjost cijevi zabrtviti nakon polaganja kabela na način da se brtvljenje može jednostavno ukloniti u svrhu zamjene ili dodavanja kabela, te ponovo izvesti brtvljenje.

Prilikom izgradnje objekta, sve slobodne krajeve cijevi zaštititi tipskim čepovima od ulaza vode, vlage, zemlje, cementa i dr.

Kad sustav razvođenja prolazi kroz elemente konstrukcije zgrade (podove, zidove, krovove, stropove, pregradne ili šuplje zidove), otvori koji ostaju nakon prolaza sustava razvođenja moraju se brtviti prema stupnju požarne otpornosti (ako postoji) propisanom za odgovarajući element konstrukcije zgrade prije prodora. Sustavi razvođenja takvi kao elektroinstalacijske cijevi, zatvoreni elektroinstalacijski kanali, otvorene police, sabirnice ili sabirnički razvodni sustavi koji probijaju elemente konstrukcije zgrade određene požarne otpornosti moraju se iznutra i izvana brtviti prema stupnju požarne otpornosti odnosno elementa prije probijanja.

Svi kabele moraju biti označeni sukladno projektnoj dokumentaciji.

### **Kabele za sigurnosne sustave**

Sustav razvođenja za napajanje sigurnosnih sustava mora biti izveden na takav način i od takvih materijala da se očuva funkcija sigurnosnih sustava kroz propisano vrijeme, koje je definirano elektrotehničkim projektom odnosno laboratorom zaštite od požara. Očuvanje funkcije se postiže korištenjem kabela poboljšanih svojstava za slučaj požara, s očuvanom električnom funkcionalnošću kroz određeno vrijeme (vatrootpornih kabela), položenih na nosive konstrukcije koje će osigurati mehaničku stabilnost kabela kroz zadano vrijeme. Npr. za kabel klase očuvanja funkcije E90 znači da tijekom 90 minuta kod kabela neće doći do kratkog spoja ili prekida strujnog toka (standardne izvedbe kabela su s očuvanom električnom funkcionalnošću 30, 60 i 90 minuta). Za spajanje kabela se koriste odgovarajuće vatrootporne razvodne kutije, testirane i odobrene za razvod kabela s očuvanjem električne funkcije. Primjeri sustava razvođenja s očuvanjem funkcije:

- polaganje vatrootpornih kabela u kabelske police, pri čemu kabelske police, nosači, vijci, konzole, spojnice i sva druga oprema moraju biti u skladu sa HRN DIN 4102-11; uz pridržavanje propisanih razmaka nosača

- polaganje standardnih kabela u vatrootporne kanale (metalni vatrootporni kanal sa ekspanirajućim premazom ili betonski vatrootporni kanal) – kanali i nosači kanala sukladni normi HRN DIN 4102-11; uz pridržavanje uputa o ugradnji i propisanih razmaka nosača
- nadžbukno polaganje pojedinačnih vatrootpornih kabela na odstojne obujmice - koristiti odstojne kableske obujmice s očuvanjem funkcije u požaru, uključivo vatrootporni vijak; obujmice montirati na razmaku ne većem od 300 mm.

### **Zahtjevi kakvoće**

Za svu navedenu opremu proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu ispravu o sukladnostima, kojom potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

### **Obračun radova**

Količina radova na ugradnji kabela mjeri se i obračunava po metru položenog kabela. Elementi poput razvodnih kutija i spojnice uključeni su u cijenu kabela, a ako je predviđeno projektom mogu se obračunavati i po komadu ugrađenog elementa (npr. ako se radi o elementima za kabele većih presjeka ili o elementima specijalne izvedbe).

Količina radova na ugradnji sustava kabelskih polica ili kabelskih ljestvi, te ostalih sklopova za podupiranje kabela (ako nisu dio predmet građevinskih radova) mjeri se i obračunava po metru izvedenog sustava.

Montažni, ovjesni, spojni, elementi za uzemljenje i drugi elementi potrebni za postizanje uključeni su u cijenu sustava podupiranja kabela, a ako je predviđeno projektom mogu se obračunavati i po komadu ugrađenog elementa.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

## 30-10 RASVJETA I UTIČNICE

Projektnom dokumentacijom odabire se rasvjeta prema važećim zakonima i propisima, te stupanj rasvijetljenosti prema namjeni prostora i zahtjevima naručitelja. Preporučuje se upotreba svjetiljki sa energetske učinkovitosti i ekološki prihvatljivim izvorima svjetlosti.

Svjetiljke moraju biti prikladne za prostor u koji se ugrađuju, u smislu mehaničke zaštite (IP), načina montaže (ugradne, nadgradne, ovjesne i dr.), zaštite od udaraca (IK) ako je potrebno, dodatne mehaničke zaštite ako je potrebna, te specifičnosti prostora (vanjski prostori, prostori sa povećanom vlagom i/ili korozivnom atmosferom, prostori koji mogu biti povremeno potopljeni, prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom, i dr.).

Svjetiljke se postavljaju prema uputama proizvođača i niza normi HRN EN 60598.

Svjetiljke se montiraju na stabilni element (konstrukcija objekta ili posebno izgrađena konstrukcija za montažu svjetiljki), na mjesto kojem će biti osiguran pristup za izmjenu izvora svjetlosti, popravka svjetiljke ili zamjene svjetiljke. Montirana svjetiljka ne smije biti zaklonjena dijelovima objekta ili opreme (npr. cijevima, konstrukcijama i dr.)

Element na koji se svjetiljka montira mora biti takav da može podnesti težinu svjetiljke i opreme za montažu i spajanje (minimalno 5 kg, ili više ako svjetiljka + oprema imaju veću masu).

Svjetiljke za vanjsku rasvjetu moraju odgovarati zahtjevima „Zakona o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja“.

Kabel do svjetiljke i el. spojevi trebaju biti tako postavljeni tako da nisu napregnuti, odnosno da se ne smanjuje sigurnost instalacije.

Ožičenje kroz svjetiljku dozvoljeno je samo kod svjetiljki koje su za to predviđene.

Kabli do i kroz svjetiljke se odabiru i polažu tako da ne dođe do oštećenja zbog toplinskog i UV djelovanja svjetiljke.

### Svjetiljke za rasvjetu u slučaju opasnosti

U objektima u kojima mogu boraviti osobe (nadzemni objekti, veći podzemni objekti u kojima je osiguran pristup osobama), projektira se protupanična rasvjeta koja osigurava napuštanje objekta na siguran način i u najkraćem mogućem vremenu. Svjetiljke protupanične rasvjete se postavljaju za osvijetljenje evakuacijskog puta, te za označavanje izlaza i sigurnosne opreme (opreme za zaštitu od požara). U slučaju prestanka rada opće rasvjete nekog prostora (zbog kvara opće rasvjete ili nestanka napajanja) automatski se uključuju protupanične svjetiljke u tom prostoru (svjetiljke su opremljene vlastitim akumulatorskim baterijama, ili napojene iz centralne jedinice sa akumulatorskim baterijama). Kao protupanične svjetiljke moguće je koristiti i svjetiljke opće rasvjete, u koje je ugrađen protupanični modul sa akumulatorskom baterijom – u tom slučaju se na svjetiljku dovodi i linijski napon mimo rasvjetne sklopke.

### Sklopke i utičnice

Sklopke i utičnice moraju biti prikladne za prostor u koji se ugrađuju, u smislu mehaničke zaštite (IP), načina montaže (ugradne, nadgradne), te specifičnosti prostora (vanjski prostori, prostori sa povećanom vlagom i/ili korozivnom atmosferom, prostori ugroženi eksplozivnom atmosferom, i dr.).

Sklopke i utičnice trebaju biti lako vidljive i dostupne. Ne smiju biti zaklonjene drugom opremom.

Utičnice trebaju imati trajnu oznaku strujnog kruga.

Sklopke i utičnice montirati tako da budu zaštićene od kapanja vode (npr. uslijed kondenzacije na cijevima i drugoj opremi), te ostalih štetnih djelovanja.

### **Zahtjevi kakvoće**

Za svu navedenu opremu proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu ispravu o sukladnostima, kojom potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

Sve svjetiljke moraju biti opremljene izvorima svjetlosti u ispravnom stanju.

Za instalaciju do svjetiljki i utičnica potrebno je izvesti ispitivanja električne instalacije kako je navedeno u točki 30-01.7 „Pregledavanje i ispitivanje elektroinstalacije“.

Za opću rasvjetu izvodi se mjerenje rasvjetljenosti.

Za protupaničnu rasvjetu izvodi se ispitivanje razine osvjetljenosti i vremena autonomije.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

### **Obračun radova**

Količina radova na ugradnji rasvjete i utičnica mjeri se i obračunava po komadu ugrađenih elemenata (svjetiljke, utičnice, sklopke, tipkala, i dr.).

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni za ugradnju pojedinog elementa i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

Kabeli do svjetiljki i utičnica obračunavaju se na način opisan u potpoglavlju 30-09 „Kabelski razvod“.

Kabeli do svjetiljki i utičnica, ukoliko je projektnom dokumentacijom tako definirano, mogu se obračunavati kao rasvjetna i utična mjesta. U tom se slučaju količina radova mjeri i obračunava po komadu ugrađenih elemenata (svjetiljka, utičnica). U rasvjetno mjesto se računaju i kabeli do rasvjetnih sklopki, osim ako je projektnom dokumentacijom drugačije određeno.

## 30-11 IZDOJENI UPRAVLJAČKI UREĐAJI

Za pojedine uređaje, strujne krugove ili dijelove instalacije se postavljaju uređaji za signalizaciju, upravljanje, isključenje i/ili odvajanje (za potrebe upravljanja, pregledavanje, otkrivanja kvarova, ispitivanja, održavanja i popravaka). Sami uređaji i instalacija trebaju biti dostupni za pregled, popravke i zamjenu.

Upravljački uređaji trebaju biti odabrani i pozicionirani tako da se njima može jednostavno upravljati, bez mogućnosti slučajnog dodira vodljivih dijelova.

Pozicija uređaja treba biti lako dostupna, postavljena tako da ne smeta i da se neće oštetiti pri normalnim radnjama po objektu (npr. tako da ne blokira prolaz osobama niti vozilima, da nitko ne „zapinje“ za nju pri prolazu), te da je zaštićena od vanjskih utjecaja maksimalno moguće, odnosno u izvedbi koja odgovara mjestu montaže.

Svi uređaji trebaju biti jasno i jednoznačno označeni, trajnim (neizbrisivim) oznakama. Iz oznake mora biti jasno kojem strujnom krugu i trošilu pripada i koja je funkcija uređaja.

Isključenje u slučaju nužde – ako je potrebno trenutno isključiti napajanje (u slučaju opasnosti), uređaj za isključenje napajanja treba biti postavljen tako da se lako prepozna i da se na njega može brzo i jednostavno djelovati.

Kad se oprema koja radi s različitim vrstama struja ili različitim naponima grupira u zajednički sklop (kao sklopne table, pregradci, upravljački stolovi ili kutije), sva oprema koja pripada jednoj vrsti struje ili jednom naponu mora se učinkovito odvojiti od druge opreme gdje god je potrebno izbjeći uzajamni štetni utjecaj.

Električna instalacija se postavlja tako da ne dolazi do međusobnog utjecaja sa drugim (neelektričnim) instalacijama.

## 30-12 SUSTAV ZAŠTITE OD DJELOVANJA MUNJE

### Općenito

S obzirom na položaj u građevini, sustav zaštite od djelovanja munje se može izvoditi kao sustav vanjske zaštite ili sustav unutarnje zaštite ili kao njihova kombinacija, kada moraju biti međusobno usklađeni kao jedinstvena cjelina. Odabrana razina zaštite od munje mora biti usklađena s procijenjenim rizikom od djelovanja munje.

S obzirom na razinu zaštite od djelovanja munje, sustav može biti:

- razine zaštite I, s vjerojatnošću štete najviše 0,02
- razine zaštite II, s vjerojatnošću štete najviše 0,05
- razine zaštite III, s vjerojatnošću štete najviše 0,1
- razine zaštite IV, s vjerojatnošću štete najviše 0,2.

Građevni proizvodi sustava zaštite od djelovanja munje su:

- hvataljke, odvodi i uzemljivači
- spojni elementi, potpornji i kućišta
- odvodnici struje munje i odvodnici prenapona
- iskrišta za odvajanje.

Tehnička svojstva sustava zaštite od djelovanja munje moraju biti takva da tijekom trajanja građevine u ili na koju je sustav ugrađen, uz propisano, odnosno projektom određeno izvođenje i održavanje sustava, građevina podnese sve utjecaje uobičajene uporabe i utjecaje okoliša, tako da tijekom uporabe predvidiva djelovanja na građevinu ne prouzroče:

- nerazmjerno velika oštećenja građevine ili samog sustava uslijed djelovanja munje,
- požar i/ili eksploziju građevine, odnosno njezinog dijela na propisanoj razini zaštite,
- opasnost, smetnju, štetu ili nedopustiva oštećenja tijekom uporabe građevine,
- električni udar i druge ozljede korisnika građevine i životinja.

### Opis radova

Sustavi zaštite od djelovanja munje se na gradilištu izvode prema tehničkom rješenju danom u projektu građevine, uz ugradnju hvataljki, odvoda i uzemljivača, spojnih elemenata, potpornja, kućišta, odvodnika struje munje i odvodnika prenapona te iskrišta za odvajanje koji ispunjavaju potrebne zahtjeve, prema tehničkoj uputi za izvedbu, ugradnju i uporabu tih proizvoda, odgovarajućim normama i odredbama posebnog propisa.

Rukovanje, skladištenje i zaštita hvataljki, odvoda i uzemljivača, spojnih elemenata, potpornja, kućišta, odvodnika struje munje i odvodnika prenapona te iskrišta za odvajanje od kojih su izvedeni sustavi treba biti u skladu sa zahtjevima i tehničkim specifikacijama za te proizvode sustava, u skladu s projektom građevine te odredbama važećih zakona i propisa.

Izvođač sustava zaštite od djelovanja munje mora prije početka izvedbe sustava provjeriti odgovaraju li hvataljke, odvodi i uzemljivači, spojni elementi, potpornji, kućišta, odvodnici struje munje i odvodnici prenapona te iskrišta za odvajanje zahtjevima iz elektrotehničkog projekta te je li tijekom rukovanja i skladištenja tih proizvoda došlo do njihovog oštećivanja, deformacije ili drugih promjena koje bi bile od utjecaja na tehnička svojstva sustava.

Izvođač sustava zaštite od djelovanja munje dužan je zaštititi sustav na način da ne dođe do njegovog oštećenja prije primopredaje korisniku, a ostali izvođači moraju paziti da tu zaštitu ne oštete.

Svi mjerni spojevi moraju biti označeni sukladno projektnoj dokumentaciji.

### Materijali

Materijali od kojih su najčešće izrađeni vodljivi elementi sustava zaštite od djelovanja munje, kao što su uzemljivač, hvataljke, odvodi i obujmice su:

- pocinčani čelik
- aluminij
- bakar
- nehrđajući čelik.

Osobitu pažnju obratiti na zaštitu od korozije - materijal koji se ugrađuje mora biti prikladan za lokaciju na kojoj se ugrađuje (npr. blizina mora/prisutnost soli, prisutnost korozivnih čestica, itd.), spojevi u određenim uvjetima trebaju biti zaštićeni premazima, izbjegavati kombinacije različitih materijala koje mogu imati efekt galvanskog članka – potrebno je poštivati smjernice iz HRN EN 62305-3.

Svi proizvodi koji se ugrađuju kao dio sustava zaštite od djelovanja munje moraju biti u skladu sa zahtjevima iz skupine normi HRN EN 62561 i HRN EN 61643 (zaštita od prenapona).

Također je kao dijelove sustava zaštite od djelovanja munje dozvoljeno koristiti vodljive dijelove objekata (metalne instalacije, armaturu u betonu, čelične konstrukcije, fasadne elemente, šine i dr.), ako su dovoljnog presjeka i međusobno galvanski povezani, sve u skladu s projektom i sa HRN EN 62305-3.

### **Zahtjevi kakvoće**

Proizvod se može ugraditi u sustav, odnosno u/na građevinu ako ispunjava zahtjeve posebnih propisa te ako je označen i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s posebnim propisom. Proizvodi od kojih se izvode sustavi moraju biti međusobno usklađeni na način da nakon izvedbe sustava osiguravaju ispunjavanje zahtjeva određenih Tehničkim propisom za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama.

Za svu opremu koja sačinjava sustav zaštite od djelovanja munje proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu ispravu o sukladnosti kojom potvrđuje da proizvedena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

### **Način preuzimanja izvedenih radova**

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Dijelove sustava zaštite od munje koji neće biti dostupni nakon završetka objekta (npr. armaturno željezo, trake u betonu, vodove koji se prekrivaju fasadom i dr.) obavezno dokumentirati prilikom polaganja, odnosno dok su još vidljivi – fotografijama i/ili crtežima i opisno.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

Temeljni uzemljivač - otpor uzemljivača mjeriti prvi put nakon završetka temelja. Ukoliko mjerenjem utvrđeni otpor ne zadovoljava vrijednost propisanu projektom, popraviti ga polaganjem dodatnog trakastog uzemljivača prema propisima za sustave zaštite od djelovanja munje. Po završetku objekta izvesti detaljno pregledavanje dostupnih dijelova sustava zaštite od munje, kao i konačno mjerenje otpora rasprostiranja uzemljivača.

### **Održavanje sustava zaštite od djelovanja munje**

Učestalost redovitih pregleda u svrhu održavanja sustava provode se sukladno zahtjevima iz projekta građevine, ali ne rjeđe od razdoblja navedenih u tablici iz točke C.3.5. Priloga C Tehničkog propisa za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama.

Tablica 0-1: Tablica rokova redovitih pregleda i ispitivanja sustava

Razina zaštite sustava	Razdoblje između pregleda	Razdoblje između ispitivanja i mjerenja	Razdoblje između pregleda kritičnih dijelova
I	1 godina	2 godine	1 godina
II	1 godina	4 godine	2 godine
III, IV	2 godine	6 godina	3 godine

Način obavljanja redovitih pregleda sustava određuje se projektom građevine, a uključuje najmanje:

- pregled u koji je uključeno utvrđivanje jesu li svi dijelovi sustava u ispravnom stanju, te utjecaj korozije
- mjerenje radi utvrđivanja ispunjava li sustav u cjelini zahtjeve određene projektom građevine, što uključuje ispitivanje sustava, a rezultati pregleda i utvrđenog stanja dijelova sustava upisuju se u odgovarajući zapisnik.

Izvanredni pregled sustava provodi se nakon svake promjene na sustavu, nakon svakog izvanrednog događaja koji može utjecati na tehnička svojstva sustava ili izaziva sumnju u uporabljivost sustava, nakon svakog udara munje u objekt, te po zahtjevu iz inspekcijskog nadzora.

Zamjena dijelova sustava mora se provesti na način da se tim radovima ne utječe na zatečena tehnička svojstva građevine koja nisu u vezi sa zaštitom od djelovanja munje.

Nakon promjena na objektima, npr. dogradnje dijela objekta, dodavanje opreme ili instalacija na vanjske dijelove objekta, obavezno prilagoditi i sustav zaštite od munje.

Pregled, ispitivanje i radovi na sustavu zaštite od munje ne smiju se izvoditi za vrijeme opasnosti od udara munje.

### Obračun radova

Količina radova na ugradnji sustava zaštite od djelovanja munje mjeri se i obračunava na sljedeći način:

- elementi kao što su traka za uzemljenje, horizontalna hvataljka, traka za odvod obračunavaju se po metru ugrađenog elementa.
- elementi kao što su štapna hvataljka, odvodnik prenapona, kutija za mjerni spoj i sl. obračunavaju se po komadu ugrađenog elementa.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.



## 30-13 IZJEDNAČAVANJE POTENCIJALA

Mreža izjednačivanja potencijala je međusobno spajanje vodljivih dijelova kojima se osigurava izjednačivanje potencijala između tih dijelova. Ako se mreža izjednačivanja potencijala uzemljuje, ona čini dio instalacije uzemljenja.

Zaštitno izjednačenje potencijala se izvodi da se izbjegnu opasni naponi dodira i povezuje na uzemljenje preko izvoda iz uzemljivača. Sa uzemljenja se polažu izvodi za sabirnice izjednačavanja potencijala (jednu ili više), razvodne ormare, metalne poklopce podzemnih objekata, eventualne dodatne uzemljivače uz dovodni kabel/cjevovod, i drugi izvodi prema projektnoj dokumentaciji.

Na sabirnice izjednačavanja potencijala spojiti sve metalne mase koje ne pripadaju električnoj instalaciji (cjevovode, metalne konstrukcije, konzole, penjalice, i dr.), kućišta i predmete mehaničke opreme, te električna oprema, spajanjem na priključak za uzemljenje na opremi.

Dijelovi kablskih polica, kablskih ljestvi i ostalih metalnih sklopova za podupiranje kabela moraju biti međusobno galvanski povezani i uzemljeni.

Sva metalna vrata, vrata razvodnih ormara, vrata hidrantskih ormarića i druga metalna vrata i poklopci trebaju biti spojena fleksibilnim prenosnicama.

Pri prijelazu sa jednog na drugi fazonski komad cjevovoda potrebno je galvanski povezati fazonske komade, npr. korištenjem zupčastih podložnih pločica, te označiti mjesto spoja. Također i druga mjesta galvanskih prekida cjevovoda potrebno je premostiti fleksibilnim kabelom ili na druge načine prema projektnoj dokumentaciji i u skladu s važećim normama.

Spojeve koji se izvode varenjem zaštititi od korozije.

Vodiči za zaštitno izjednačivanje potencijala moraju zadovoljiti zahtjeve norme HRN HD 60364-5-54.

Presjeci vodiča zaštitnog izjednačivanja potencijala koji se polažu za glavno izjednačivanje potencijala i koji su spojeni na glavnu stezaljku uzemljenja ne smiju biti manji od 6 mm<sup>2</sup> bakar, ili 10 mm<sup>2</sup> aluminij, ili 16 mm<sup>2</sup> čelik.

Presjeci vodiča koji se polažu između stezaljki uzemljenja ili od stezaljke uzemljenja do uzemljivača ne smiju biti manji od 16 mm<sup>2</sup> bakar, ili 25 mm<sup>2</sup> aluminij, ili 50 mm<sup>2</sup> čelik.

Vodove za izjednačivanje potencijala i za uzemljenje polagati radijalno od sabirnice za izjednačivanje potencijala prema opremi. Vodovi se polažu neprekinuto od sabirnice do mjesta priključka.

### Zahtjevi kakvoće

Za svu ugrađenu opremu proizvođač mora obaviti odgovarajuće postupke ocjenjivanja sukladnosti te dati valjanu ispravu o sukladnostima kojom potvrđuje da ugrađena oprema zadovoljava zahtjeve svih relevantnih direktiva koje se odnose na tu opremu.

Za izvedenu instalaciju provodi se ispitivanje izjednačavanja potencijala i daje odgovarajući zapisnik.

### Način preuzimanja izvedenih radova

Tijekom radova nadzorni inženjer provjerava sukladnost, usklađenost s projektom i funkcionalnost, te provjerava kvalitetu ugradnje i provodi detaljan pregled izvedenih radova, a izvedene radove priznaje putem privremenih situacija.

Nakon završetka radova nadzorni inženjer kontrolira projekt izvedenog stanja, te temeljem građevinske knjige i građevinskog dnevnika kontrolira i priznaje izvedene radove putem okončane situacije.

### **Obračun radova**

Količina radova na ugradnji mreže izjednačavanja potencijala mjeri se i obračunava na sljedeći način:

- Elementi kao što su traka za uzemljenje, žice, vodiči i sl. obračunavaju se po metru ugrađenog elementa.
- Elementi kao što su sabirnice, kratkospojnici, i sl. obračunavaju se po komadu ugrađenog elementa.

Rad se plaća prema ugovorenoj jediničnoj cijeni i prema ovjerenim količinama po nadzornom inženjeru.

## 30-14 TEHNIČKA ZAŠTITA

Sve aktivnosti vezane uz tehničku zaštitu potrebno je obavljati u skladu s važećim propisima za tehničku zaštitu („Zakon o privatnoj zaštiti, i „Pravilnik o uvjetima i načinu provedbe tehničke zaštite“).

Tehnička zaštita predstavlja skup radnji kojima se neposredno ili posredno zaštićuju ljudi i njihova imovina, a provodi se tehničkim sredstvima i napravama te sustavima tehničke zaštite kojima je osnovna namjena sprječavanje protupravnih radnji usmjerenih prema šticećenim osobama ili imovini kao što su:

- “ protuprovalno djelovanje
- “ protuprepadno djelovanje
- “ protusabotažno djelovanje.

Provedba tehničke zaštite podrazumijeva:

1. snimku postojećeg stanja šticećenog objekta i analizu problema s ocjenom
2. izradbu prosudbe ugroženosti
3. izradbu sigurnosnog elaborata
4. definiranje projektnog zadatka
5. projektiranje sustava tehničke zaštite
6. izvedbu sustava tehničke zaštite
7. stručni nadzor nad izvedbom radova
8. obavljanje tehničkog prijama sustava tehničke zaštite
9. održavanje i servisiranje sustava tehničke zaštite
10. uporaba sustava tehničke zaštite.

Provedba tehničke zaštite provodi se isključivo unutar perimetra tehničke zaštite koji odvaja šticećeni prostor ili građevinu od okolnog prostora.

Projektnu dokumentaciju sustava tehničke zaštite smiju izrađivati samo pravne i fizičke osobe registrirane za obavljanje poslova tehničke zaštite.

Projekt tehničke zaštite je poslovna tajna i ne može biti dijelom idejnog, glavnog ili izvedbenog građevinskog projekta.

Kopiju projekta, odnosno uvid u projektnu dokumentaciju, smiju imati osobe koje imaju ovlast za obavljanje poslova tehničke zaštite propisane razine. Svaka izrađena kopija mora biti brojčano označena.

Izvedba tehničke zaštite podrazumijeva:

1. izvedbu instalacija
2. ugradnju uređaja i opreme
3. programiranje, podešavanje (parametriranje) i ispitivanje sustava tehničke zaštite te njegovo puštanje u probni rad
4. verifikacija uređaja i opreme, odnosno sustava i tehnički prijem
5. izradbu uputa za rukovanje
6. obuku osoblja.

Pripremne radove za izvođenje instalacija tehničke zaštite, koje uključuju postavljanje kablskih polica i instalacijskih cijevi i kabela do spojnih točaka, smije izvoditi i pravna i fizička osoba koja nije registrirana za obavljanje poslova tehničke zaštite, koja u tom slučaju ne smije imati uvid u dijelove projekta tehničke zaštite.

Izvedba instalacija tehničke zaštite obuhvaća ispitivanje i spajanje vodova od spojnih točaka do uređaja i naprava tehničke zaštite. Instalacije tehničke zaštite moraju biti izvedene sukladno propisima koji uređuju uvjete izvedbe elektrotehničkih instalacija.

Nakon izvedbe i ispitivanja instalacija tehničke zaštite ugrađuju se uređaji i oprema.

Uređaji i oprema ugrađuju se i podešavaju (parametriraju) sukladno projektnoj dokumentaciji i uputama proizvođača uređaja i opreme.

Svako pojedinačno sredstvo, naprava ili sustav tehničke zaštite mora imati upute za rukovanje koje se pohranjuju u sigurnosnoj kasi vlasnika ili korisnika objekta.

Verifikacija uređaja i opreme, odnosno sustava tehničke zaštite koji su ugrađeni u objekt, obavlja se puštanjem u probni rad, a ispravnost se potvrđuje potom izdanim certifikatom.

Obuku osoblja koje će upravljati sredstvima, napravama ili sustavima tehničke zaštite provodi pravna osoba ili obrtnik koji ugrađuje sustav.

Osoba koja upravlja sredstvima, napravama ili sustavima tehničke zaštite (operator) ne mora biti zaštitar, a pisanom izjavom pod kaznenom odgovornošću se obvezuje da će opremom rukovati u skladu s uputama proizvođača i sukladno odredbama Zakona o privatnoj zaštiti.

Operator mora imati pisano ovlaštenje odgovorne osobe vlasnika ili korisnika štice objekta za upravljanje ugrađenim sustavima tehničke zaštite te za obavljanje poslova tehničke zaštite.

Tehnički prijam sustava tehničke zaštite podrazumijeva:

1. provjeru ispravnosti i funkcionalnosti svih uređaja i opreme koji čine sustav tehničke zaštite
2. provjeru usklađenosti sustava tehničke zaštite sa projektom, odnosno skicom
3. provjeru obučenosti osoblja
4. provjeru korisničkih uputstava za rukovanje
5. provjeru dokaza kvalitete ugrađene opreme.

Tehnički prijam obavlja ovlašteni predstavnik vlasnika ili korisnika objekta i izvođača koji potom sastavljaju i potpisuju zapisnik. Izvođač izdaje vlasniku ili korisniku objekta potvrdu da je sustav tehničke zaštite izveden sukladno odredbama pravilnika o uvjetima i načinu provedbe tehničke zaštite. Obrasci potvrde i zapisnika su dio Pravilnika.

Izvođač je dužan osigurati održavanje i servisiranje sustava u jamstvenom roku, a na zahtjev korisnika ponuditi održavanje i servisiranje izvan jamstvenog roka. Izvođač je dužan omogućiti isporuku potrebnih pričuvnih dijelova u razdoblju pet (5) godina od dana puštanja sustava u rad.

## 30-15 NORME I TEHNIČKI PROPISI

Sva elektrotehnička oprema, materijali i izvedeni radovi moraju biti u skladu sa zahtjevima posljednjih izdanja normi izdanih od europskih organizacija IEC, CEN, CENELEC i ETSI, nacionalnim normama i propisima kao što su HRN, DIN, VDE, BSI ili ako se niti jedna ne primjenjuje, onda one koje su u skladu s najboljom praksom. Sva elektrotehnička oprema, materijali i izvedeni radovi moraju zadovoljiti minimalno HRN norme.

Svaka će komponenta biti u kategoriji proizvoda širokog raspona s karakteristikama na međunarodno prepoznatom standardu kvalitete. Svaka će komponenta imati europsku oznaku sukladnosti CE. Ukoliko su neke druge norme, pravilnici ili projektantski naputci više važeći od gore spomenutih dokumenata, prioritet imaju te norme, pravilnici ili projektantski naputci.

Ovdje je naveden samo dio normi i propisa koji se odnose na radove, proizvode i opremu u ovom poglavlju. Izvođači i projektanti su dužni uzeti u obzir i sve ostale važeće zakone, norme i propise koji nisu ovdje navedeni, a odnose se posredno ili neposredno na radove, građevne proizvode i opremu iz ovog poglavlja.

### 30-15.1 PROPISI

- Zakon o energiji (NN br. 120/12, 14/14, 102/15, 68/18-Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o regulaciji energetske djelatnosti, čl. 11)
- Zakon o tržištu električne energije (NN br. 22/13, 102/15, 68/18, 52/19)
- Zakon o elektroničkim komunikacijama (NN br. 73/08, 90/11, 133/12, 80/13, 71/14, 72/17),
- Zakon o eksplozivnim tvarima te proizvodnji i prometu oružja (NN br. 70/17, 141/20)
- Zakon o održivom gospodarenju otpadom (NN br. 94/13, 73/17, 14/19, 98/19)
- Zakon o privatnoj zaštiti (NN br. 16/20)
- Zakon o zaštiti od svjetlosnog onečišćenja (NN br. 14/19)
- Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti (NN br. 80/13, 14/14, 32/19)
- Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN br. 108/95, 56/10)
- Pravilnik o električnoj opremi namijenjenoj za uporabu unutar određenih naponskih granica (NN br. 43/16)
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV (NN br. 105/10)
- Pravilnik o normiranim naponima za distribucijske niskonaponske električne mreže i električnu opremu (NN br. 28/00)
- Pravilnik o elektromagnetskoj kompatibilnosti (NN br. 28/16, 88/19)
- Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN br. 56/99)
- Pravilnik o provjeri ispravnosti stabilnih sustava zaštite od požara (NN br. 44/12)
- Pravilnik o otpornosti na požar i drugim zahtjevima koje građevine moraju zadovoljiti u slučaju požara (NN br. 29/13, 87/15)
- Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN br. 146/05)
- Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN br. 8/06)
- Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN br. 54/99)
- Pravilnik o ukapljenom naftnom plinu (NN br. 117/07)
- Pravilnik o postajama za opskrbu prijevoznih sredstava gorivom (NN br. 93/98, 116/07 i 141/08)

- Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN br. 39/06, 106/07)
- Pravilnik o opremi i zaštitnim sustavima namijenjenim za uporabu u potencijalno eksplozivnim atmosferama (NN br. 33/16)
- Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN br. 39/06, 106/07)
- Pravilnik o tehničkim normativima za zaštitu od statičkog elektriciteta (Sl. list br. 62/73)
- Pravilnik o sigurnosti i zdravlju pri radu s električnom energijom (NN br. 88/12)
- Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN br. 105/20)
- Pravilnik o poslovima sa posebnim uvjetima rada (NN br. 5/84)
- Pravilnik o sigurnosti i zaštiti zdravlja pri radu s računalom (NN br. 69/05)
- Pravilnik o načinu i uvjetima određivanja zone elektroničke komunikacijske infrastrukture i povezane opreme, zaštitne zone i radijskog koridora te obveze investitora radova ili građevine (NN br. 75/13),
- Pravilnik o načinu i uvjetima pristupa i zajedničkog korištenja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme (NN br. 36/16)
- Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN br. 114/10, 29/13)
- Pravilnik o svjetlovodnim distribucijskim mrežama (NN br. 57/14)
- Pravilnik o uvjetima i načinu provedbe tehničke zaštite (NN br. 198/03)- Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN br. 5/10)
- Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN br. 87/08, 33/10)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN br. 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Popis hrvatskih norma u području niskonaponske opreme (NN br. 17/13)
- Popis hrvatskih norma iz područja elektromagnetske kompatibilnosti (NN br. 96/20),
- Metodologija utvrđivanja naknade za priključenje na elektroenergetsku mrežu novih korisnika mreže i za povećanje priključne snage postojećih korisnika mreže (NN br. 51/17, 31/18, 104/20),
- Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN br. 104/20),

Primijenjeni propisi uključuju i norme na koje upućuju navedeni Tehnički propisi i pravilnici.

### 30-15.2 POPIS NORMI

HRN HD 308 S2:2002	Prepoznavanje žila u kabelima i priključnim gipkim vodovima (HD 308 S2:2001)
HRN HD 457 S1:2008	Kod za određivanje boja (IEC 60757:1983; HD 457 S1:1985)
HRN EN 1838:2013	Primjena rasvjete -- Nužna rasvjeta (EN 1838:2013)
HRN DIN 4102 (niz normi)	Ponašanje građevnih materijala i građevnih elemenata u požaru
HRN EN 12464-1:2012	Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 1. dio: Unutrašnji radni prostori (EN 12464-1:2011)
HRN EN 12464-2:2014	Svjetlo i rasvjeta -- Rasvjeta radnih mjesta -- 2. dio: Vanjski radni prostori (EN 12464-2:2014)

HRN EN 13501 (niz normi)	Razredba građevnih proizvoda i građevnih elemenata prema ponašanju u požaru
HRN EN 50085 (niz normi)	Sustavi za nošenje i vođenje kabela za električne instalacije
HRN EN 50160:2012 HRN EN 50160:2012/Ispr.1:2014 HRN EN 50160:2012/A1:2015 HRN EN 50160:2012/A2:2019 HRN EN 50160:2012/A3:2019	Niskonaponske karakteristike električne energije iz javnih distribucijskih mreža (EN 50160:2010; EN 50160:2010/AC:2010; EN 50160:2010/A1:2015; EN 50160:2010/A2:2019; EN 50160:2010/A3:2019 )
HRN EN 50172:2008	Sustavi rasvjete za slučaj opasnosti (EN 50172:2004)
HRN EN 50464 (niz normi)	Trofazni uljni distributivni transformatori 50 Hz, od 50 kVA do 2500 kVA za najviši napon opreme koji ne prelazi 36 kV
HRN EN 50200:2016	Ispitne metode otpornosti na gorenje nezaštićenih kabela malih promjera koji se upotrebljavaju u sigurnosnim strujnim krugovima (EN 50200:2015)
HRN EN 50274:2005 HRN EN 50274:2005/ Ispr.1:2012	Niskonaponski sklopni blokovi -- Zaštita od električnog udara -- Zaštita od nenamjernog izravnog dodira opasnih aktivnih dijelova (EN 50274:2002, EN 50274:2002/AC:2009)
HRN CLC/TR 50479:2007	Upute za električnu instalaciju -- Odabir i ugradba električne opreme -- Sustavi razvođenja -- Ograničivanje zagrijavanja (porasta temperature) spojnih sučelja (CLC/TR 50479:2007)
HRN EN 60027 (niz normi)	Slovni simboli za uporabu u elektrotehnici
HRN EN 60038:2011	Normirani naponi prema CENELEC-u
HRN EN 60044-7:2001	Mjerni transformatori -- 7. dio: Elektronički naponski transformatori (IEC 60044-7:1999; EN 60044-7:2000)
HRN EN 60044-8:2006	Mjerni transformatori -- 8. dio: Elektronički strujni transformatori (IEC 60044-8:2002; EN 60044-8:2002)
HRN IEC 60050 (niz normi)	Međunarodni elektrotehnički rječnik
HRN EN 60445:2018	Osnovna i sigurnosna načela za sučelje čovjek-stroj, označavanje i identifikacija -- Identifikacija priključaka opreme, krajeva vodiča i vodiča (IEC 60445:2017+Corr.1:2017; EN 60445:2017)
HRN EN 60447:2008	Osnovna i sigurnosna načela za sučelje čovjek-stroj, označavanje i identifikacija -- Pokretačka načela (IEC 60447:2004; EN 60447:2004)
HRN EN 60068-1:2014	Ispitivanje utjecaja okoliša -- 1. dio: Općenito i upute
HRN EN 60060 (niz normi)	Visokonaponske ispitne tehnike
HRN EN 60071 (niz normi)	Usklađivanje izolacije
HRN EN 60073:2008	Osnovna i sigurnosna načela za sučelje čovjek-stroj, obilježavanje i prepoznavanje -- Načela kodiranja za indikatore i aktuatore (IEC 60073:2002; EN 60073:2002)
HRN EN 60076 (niz normi)	Energetski transformatori
HRN EN 60079 (niz normi)	Eksplozivne atmosfere
HRN EN 60099 (niz normi)	Odvodnici prenapona
HRN EN 60127 (niz normi)	Minijturni osigurači
HRN EN 60204 (niz normi)	Sigurnost strojeva -- Električna oprema strojeva
HRN EN 60228:2007 i ispr.1:2012	Vodiči za kabele (IEC 60228:2004; EN 60228:2005)
HRN EN 60269 (niz normi)	Niskonaponski osigurači
HRN EN 60332 (niz normi)	Ispitivanje električnih i svjetlovodnih kabela pod

	djelovanjem vatre
HRN EN 60364 (niz normi )	Niskonaponske električne instalacije
HRN EN 60445:2018	Osnovna i sigurnosna načela za sučelje čovjek-stroj, označavanje i identifikacija -- Identifikacija priključaka opreme, krajeva vodiča i vodiča
HRN EN 60447:2008	Osnovna i sigurnosna načela za sučelje čovjek-stroj, označavanje i identifikacija -- Pokretačka načela (IEC 60447:2004; EN 60447:2004)
HRI IEC/TR 60479 (niz normi)	Učinci struje na ljude i domaće životinje
HRN EN 60529:2000	Stupnjevi zaštite osigurani kućištima (IP kod) (IEC 60529:1989; EN 60529:1991+Corr.1:1993)
HRN EN 60598 (niz normi)	Svjetiljke
HRN EN 60664 (niz normi)	Koordinacija izolacije za opremu niskonaponskih sustava
HRN EN 60721 (niz normi)	Razredba (klasifikacija) uvjeta okoliša
HRN EN 60947 (niz normi)	Niskonaponska sklopna aparatura
HRN EN 60695 (niz normi)	Ispitivanje opasnosti od požara
HRN EN 61058 (niz normi)	Sklopke za aparate
HRN EN 61082-1:2015	Priprema dokumentacije za uporabu u elektrotehnici -- 1. dio: Pravila (IEC 61082-1:2014; EN 61082-1:2015)
HRN EN 61140:2016	Zaštita od električnog udara -- Zajednička gledišta na instalaciju i opremu (IEC 61140:2016; EN 61140:2016)
HRN EN IEC 61293:2020	Označavanje električne opreme brojevanim vrijednostima prema električnom napajanju -- Sigurnosni zahtjevi (IEC 61293:2019; EN IEC 61293:2020)
HRN EN 61386 (niz normi)	Sustavi cijevi za vođenje kabela
HRN EN 61439 (niz normi)	Niskonaponski sklopni blokovi
HRN EN 61537:2007	Vođenje kabela -- Sustavi kabelskih polica i kabelskih ljestava (IEC 61537:2006; EN 61537:2007)
HRN EN 61558 (niz normi)	Sigurnost energetskih transformatora, mrežnih opskrbnih jedinica, prigušnica i sličnih proizvoda -- 1. dio: Opći zahtjevi i ispitivanja
HRN EN IEC 61643 (niz normi)	Komponente prenaponskih zaštitnih naprava za niski napon
HRN EN 61643 (niz normi)	Prenaponske zaštitne naprave za niski napon
HRN EN 61666:2011	Industrijski sustavi, instalacije, oprema i industrijski proizvodi -- Identificiranje priključaka unutar sustava (IEC 61666:2010; EN 61666:2010)
HRN EN 61936-1:2012 HRN EN 61936-1:2012/ Ispr.1:2013 HRN EN 61936-1:2012/A1:2014	Električna postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV -- 1. dio: Opća pravila (IEC 61936-1:2010, MOD; EN 61936-1:2010) Električna postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV -- 1. dio: Opća pravila (EN 61936-1:2010/AC:2013) Električna postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1kV -- 1. dio: Opća pravila (IEC 61936-1:2010/am1:2014; EN 61936-1:2010/A1:2014)
HRN EN 62208:2012	Prazna kućišta za niskonaponske sklopne blokove -- Opći zahtjevi (IEC 62208:2011; EN 62208:2011)
HRN EN IEC 62271 (niz normi)	Visokonaponska sklopna aparatura
HRN EN 62305 (niz normi)	Zaštita od munje
HRN EN 62491:2008	Industrijski sustavi, instalacije i oprema te industrijski proizvodi -- Označavanje kabela i jezgri (IEC 62491:2008; EN 62491:2008)
HRN EN 62561 (niz normi)	Komponente sustava zaštite od munje (LPSC)
HRN EN ISO 12944 (niz normi)	Boje i lakovi -- Zaštita od korozije čeličnih konstrukcija zaštitnim sustavima boja
HRN ISO 14617 (niz normi)	Grafički simboli za sheme
	Uredba Komisije (EU) br. 548/2014 od 21. svibnja 2014. o provedbi Direktive 2009/125/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu malih, srednjih i velikih strujnih



---

	transformatora
HEP-ov bilten broj 22	Tehnički uvjeti za izbor i polaganje elektroenergetskih kabela nazivnog napona 1 kV do 35 k
HEP-ov bilten broj	Tehnički uvjeti za obračunska mjerna mjesta

---

**Poveznica:**

Više informacija o EU fondovima možete pronaći na stranici Ministarstva regionalnoga razvoja i fondova  
Europske unije: **[www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr)**

Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatskih voda